НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ КОММУНАЛЬНОГО И ЖИЛИЩНОГО ХОЗЯЙСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА И ТРАНСПОРТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛЕНИНГРАДСКОГО СОВЕТА РК и КД

39.82
Т65
19500т

ТРАМВАЙ

19500

ЛЕНИНГРАД—1936

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

Тип. им. Урицкого—1203

39.82
Т65

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КОММУНАЛЬНОГО и ЖИЛИЩНОГО ХОЗЯЙСТВА
и СТРОИТЕЛЬСТВА и ТРАНСПОРТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАДСКОГО СОВЕТА Р. К. и К. Д.

21.33
Т-76

ТРАМВАЙ

СБОРНИК РАБОТ
В ДВУХ ЧАСТЯХ

ЛНИИКХ
Ленинград
1 9 3 6

Превер. г.

Отв. редактор И. М. Маврин
Сдано в набор 1/X—1935 г.
Печ. л. 18 В печ. л. 65.000 зн. Авт. л. 28.
Леноблгорлит № 14477 Тираж 1.000 экз.

Техн. редактор С. Н. Клюкин
Подписано к печати 21/VI — 1936 г.
Форм. бум. 72×110 см.
Заказ № 6066

Гос. тип. «Ленинградская Правда». Ленинград, Социалистическая, 14.

I

ТРАМВАЙНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
Инж. ШТЕРЦЕРА, О. Н.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие инж. Штерцер, О. Н. 5

Инж. Михалев, Д. П. Опыт теоретического расчета оснований трамвайного пути городских линий 7

Инж. Глебов, Н. Н. Волнообразный износ рельсов на трамвайных путях . . . 71

Инж. Вайнштенкер, А. И. Автоматические тяговые подстанции с ртутными выпрямителями 93

Инж. Кларк, И. Ф. Транспорт Ленинграда в связи с расселением населения . 124

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проработка вопросов городского транспорта, в частности трамвайных сообщений, еще в недостаточной мере охвачена научной мыслью специалистов Советского Союза.

Одной из главных предпосылок технического перевооружения трамваев является, широкая научно-исследовательская работа как в области чисто теоретических вопросов, так и в части инженерно-прикладных знаний. Нужны новые технические решения во всех звеньях трамвайного хозяйства, чтобы обеспечить рост и улучшение городских трамваев с максимальными результатами с точки зрения лучшего обслуживания населения, удешевления эксплоатации и повышения эффективности капиталовложений.

Издаваемый ЛНИИКХ сборник работ «Трамвай» представляет собой в первой своей части одну из немногих попыток разрешить ряд основных ведущих вопросов в технике трамвайного хозяйства.

Работы Д. П. Михалева и Н. Н. Глебова является частью серии работ по трамвайным путям, выполненных ЛНИИКХ под руководством проф. А. А. Каменского.

Обе статьи имеют большое практическое значение по своему содержанию и выводам.

«Опыт теоретического расчета оснований трамвайного пути городских линий» инж. Михалева является единственной теоретической работой по вопросам расчета оснований трамвайных путей, появляющейся в печати за последние два десятилетия. На IV Всесоюзном трамвайном съезде в Ленинграде в 1934 г. настоящая работа была заслушана и принята для руководства трамваев в основных выводах. В своих расчетах инж. Михалевым установлена слабость существующих конструкций путей, применяемых в СССР, не обеспечивающих их устойчивость и долговечность

Как видно из заголовка статьи, автор не ставит себе задачей окончательное разрешение поставленных вопросов. Используя методы расчета, примененные в последней практике НКПС, он вынужден пользоваться рядом величин, вычисленных на основании практики НКПС, причем одна из основных величин расчета — модуль упругости рельсового основания — для трамвайного пути опытным путем еще не изучен.

Работа инж. Глебова, Н. Н. «Волнообразный износ рельсов на трамвайных путях» освещает, с точки зрения современных теорий, один из важнейших вопросов путевого хозяйства, имеющего громадное техническое и экономическое значение.

Выводы анализа инж. Глебова приводят к тем же заключениям, как и первая работа инж. Михалева — причиной возникновения волнообразного износа рельсов на путях Лентрамвая является несоответствие мощности путевого устройства действующим на него динамическим нагрузкам.

Характер технического обзора представляет собой работа инж. А. И. Вайнштенкера «Автоматические тяговые подстанции с ртутными выпрямителями». Автор имеет целью познакомить заинтересованные круги специалистов со схемами и аппаратурой для автоматических подстанций. Работа эта чрезвычайно актуальна, поскольку перед трамваями Союза стоит вопрос об автоматизации подстанций.

В сборнике обращает на себя особое внимание по ценности своего содержания статья инж. И. Ф. Кларк «Транспорт Ленинграда в связи с расселением населения». Представляя собой выводы по обследованиям и работам проведенным ЛНИИКХ под руководством автора, она дает анализ обслуживания массовых сообщений населения Ленинграда разными видами транспорта.

На основе изучения существующих сообщений инж. Кларк делает попытку определения пассажирского транспорта для будущего Ленинграда в новом его развитии согласно последнего генплана в связи с расселением населения в южных районах города и по берегам реки Невы.

Помещаемые статьи закончены задолго до того момента, когда волна стахановского движения охватила широкие массы трудящихся Советского Союза.

Возникнув в самых недрах производства, дав образцы исключительной производительности социалистического труда, стахановское движение поставило инженерно-технические круги перед необходимостью немедленного пересмотра старого нормативного материала, на котором базировалась вся инженерная практика.

Несмотря на то, что помещаемые в сборнике работы проникнуты стремлением дать новые технические решения, пересмотреть старые взгляды для ряда ведущих звеньев трамвайного хозяйства, все же с точки зрения задач стахановского движения на сегодня нужна новая, еще более углубленная проработка поставленных авторами вопросов. Требуют дальнейшей исследовательской работы и опытной проверки основные элементы расчетов, а также приводимые в порядке обоснования и выводов нормативные данные, в соответствии с предъявляемыми к технической мысли стахановским движением требованиями.

Эти новые решения могут быть в значительной мере облегчены и ускорены, поскольку публикуемые работы сами по себе дают большие сдвиги против устаревших взглядов «на глазок» «по аналогии», укоренившихся в практике.

Выпускаемый сборник «Трамвай» в первой своей части колеблет устои старой техники, дает критику «твердым» техническим нормам и бесспорно может служить отправным пунктом для создания стахановской техники — техники социалистического труда.

О. Штерцер.

Инж. МИХАЛЕВ, Д. П.

ОПЫТ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОСНОВАНИЙ ТРАМВАЙНОГО ПУТИ ГОРОДСКИХ ЛИНИЙ[1]

1. Введение

Рационально спроектированное основание трамвайного пути должно удовлетворять следующим требованиям:

1) не способствовать возникновению и развитию волнообразного износа рельсов, быть долговечным и не вызывать частого ремонта;

2) обеспечивать легкую смену рельсов;

3) быть достаточно эластичным для смягчения ударов, возникающих при движении вагонов и в то же время —

4) отвечать условиям устойчивости мостового покрова улиц, тип и конструкция которого определяется требованиями благоустройства, а также характером и размерами уличного безрельсового транспорта.

Второму и третьему требованиям вполне удовлетворяет шпальное основание, так как связь рельсов с основанием осуществляется в этом случае при помощи костылей, которые легко забиваются и не менее легко извлекаются из шпалы обратно при ремонте. Что касается эластичности, то для деревянных шпал на слое балласта она является фактором проверенным и общеизвестным.

Вместе с тем стоимость первоначальных затрат по устройству шпального основания сравнительно не велика, тогда как бесшпальные основания (бетонное и пакеляжно-щебеночное) обходятся несколько дороже и в наших условиях недостаточно изучены на практике.

Совокупность этих причин обеспечила шпальному основанию широчайшее распространение в путевом хозяйстве трамвайных предприятий всего СССР.

В практике Западной Европы, наряду со шпальными основаниями, широко распространены также и бесшпальные основания.

Было бы однако ошибкой думать, что исключительное предпочтение, которым пользуется у нас шпальное основание, свидетельствует о его совершенстве в наших условиях. Как показывает опыт, шпальное основание не отвечает полностью требованиям долговечности пути.

Главным препятствием к устранению имеющихся у шпального основания недостатков является его весьма малая изученность, вследствие чего даже основные его размеры мало или вовсе не обоснованы.

Тип основания трамвайных путей является результатом переноса типа основания магистральных железных дорог в условия укладки городских уличных рельсовых путей.

При этом переносе нижнее строение исчезает полностью, его функции переходят к слоям грунта ниже поверхности вырытого вдоль улицы котлована. Необходимо подчеркнуть, что вопрос о механических свойствах грунта, о его способности воспринять большую или меньшую нагрузку без ущерба для его устойчивости, в существующих трамвайных

[1] Тема разрабатывалась в ЛНИИКХ под руководством проф. А. А. Каменского.

укладках, вообще говоря, недооценивается, если исключить случаи, когда слабость грунта является вполне очевидной.

Верхнее строение железнодорожных путей в условиях городских дорог претерпевает следующие изменения: отпадают подкладки между подошвой рельса и шпалой в тех случаях, когда при относительно малых нагрузках на ось подвижного состава применяются рельсы с более широкой подошвой, вводятся поперечные тяги между рельсами, имеющими большую высоту, чем железнодорожные, применяются более мощные профиля рельсов в замощенных участках пути.

Толщина балластного слоя в большинстве существующих укладок принята в 15 *см*. Обоснование этого размера в настоящее время заведомо устарело. Развитие трамвая сопровождалось увеличением нагрузок на ось и усилением частоты движения. Эволюция конструкции путевого устройства, которая, казалось бы, должна была отразить новые, более тяжелые условия работы пути практически сводилась только к усилению профилей рельсов, а прочие элементы верхнего строения, в том числе и толщина балластного слоя, остались в неизменном виде, если не считать небольшого уменьшения расстояния между осями шпал (это расстояние в Ленинграде в 1929 г. было сокращено с 750 *мм* до 715 *мм*).

Такое положение свидетельствует о существовании среди работников трамвайного хозяйства взгляда, что прочность и устойчивость пути определяется только мощностью уложенного рельса; что же касается других элементов верхнего строения и грунтов, лежащих под балластом, то они как-будто бы имеют большие неиспользованные до настоящего времени запасы прочности и устойчивости.

История развития наших трамвайных путей показывает, что в большинстве случаев ставилась задача увеличить срок службы рельса. Эта правильная, но односторонняя идея не могла разрешить вопроса о повышении срока службы пути в целом.

Для пути на шпалах и балласте характерна почти равномерная осадка под нагрузкой на всем протяжении без резко выраженных стационарных опорных точек, что и служит достаточной предпосылкой для расчета рельса, как балки, лежащей на сплошном упругом основании. При этом, очевидно, упругим основанием нужно считать совокупность всех элементов пути, лежащих под подошвой рельса, т. е. шпалы, балласт и грунт под балластом.

С точки зрения строительной механики всякое сооружение должно удовлетворять условиям: 1) геометрической неизменяемости, 2) запаса прочности в отдельных элементах, при котором возникающие в них усилия не доходят до предела упругости и 3) устойчивости сооружения, как целого, в смысле сохранения им одного и того же положения в пространстве.

В применении к железнодорожному (в том числе и трамвайному) пути первое условие равносильно требованию постоянства трассы и поперечного профиля в любом сечении, другими словами — при неизменной трассе поперечный профиль в каждом сечении должен быть одним и тем же как в свободном, так и в нагруженном состоянии, если пренебречь упругими деформациями.

Второе условие понимается в обычном для всех сооружений смысле.

Последнее условие есть требование постоянства продольного профиля пути и постоянства угла, образованного осью симметрии поперечного профиля в любом сечении с вертикалью.

Вследствие того, что в трамвайном пути нарушение геометрической неизменяемости и устойчивости наступает только при динамическом действии больших нагрузок, влияние которых может быть усилено напряжениями, возникшими в результате температурных воздействий на рельсы,

то вопрос о неизменяемости и устойчивости переплетается с вопросом о прочности пути.

Поэтому в основу анализа существующих и возможных типов пути на шпальном основании, с целью выбора наиболее рационального типа, должен лечь расчет прочности пути.

2. Расчет прочности шпальных оснований

а) Основные предпосылки расчета

В соответствии с современными воззрениями, рассматриваем рельс, как балку, лежащую на упругом основании. Для упрощения интегрирования считаем, что эта балка имеет бесконечную длину — предположение, близко совпадающее с действительностью, особенно в применении к трамвайному пути со сваренными стыками.

При действии нагрузки между рельсом и основанием возникает реакция, неравномерно распределенная по длине рельса.

Принимаем гипотезу теории упругости о том, что интенсивность непрерывно распределенной реакции в любом сечении пропорциональна прогибу рельса в том же сечении.

Если коэфициент пропорциональности обозначить через U, а прогиб через y, то интенсивность реакции или реакция, приходящаяся на 1 *см* длины рельса, представится произведением Uy.

Для участка балки (рельса), на который нагрузка непосредственно не действует (участки между точками приложения сосредоточенных грузов), интенсивность реакции равна первой производной от перерезывающей силы или

$$Uy = \frac{dq}{dx}$$

Если основное уравнение упругой линии:

$$EI\frac{d^2y}{dx^2} = -M$$

продиференцировать дважды и учесть, что $\frac{dM}{dx} = q$, получим диференциальное уравнение упругой линии для балки (рельса) на упругом основании в следующем виде:

$$EI\frac{d^4y}{dx^4} = -\frac{d^2M}{dx^2} = -\frac{dq}{dx} = -Uy$$

Интегрирование этого уравнения и определение постоянных интегрирования (из условий на бесконечно удаленных концах балки и в точке приложения сосредоточенного груза) приводит к такому уравнению линии прогиба:

$$y = \frac{P}{8k^3EJ}e^{-kx}(\cos kx + \sin kx) = \frac{P}{8k^3EJ}\eta$$

и к следующему выражению для изгибающего момента:

$$M = -\frac{P}{4k}e^{-kx}(\sin kx - \cos kx) = -\frac{P}{4k}\mu$$

Значения входящих в уравнения величин таковы:

P — сосредоточенный груз, точка приложения которого принята за начало координат,

E и J — модуль Юнга и момент инерции рельса,

e — основание натуральных логарифмов,

k — функция вида: $k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EJ}}$

η и μ — функции от произведения $kx = \varphi$ [1].

При наличии одного груза на балке в точке $x = o$, значения η и μ становятся равными: $\eta = 1$, $\mu = -1$, поэтому наши уравнения примут более простой вид.

В частности уравнение момента в точке приложения груза ($x = o$) будет:

$$M = \frac{P}{4k}$$

Далее отметим, что по теореме Беттн (теорема взаимности) эпюра моментов, возникающих в балке под действием одиночного груза, приложенного в данном сечении, является одновременно линией влияния для изгибающего момента в том же сечении, а линия прогибов от одиночного груза представляет в то же время линию влияния для прогиба в этом же сечении, следовательно, и для пропорционального этому прогибу давления рельса на упругое основание.

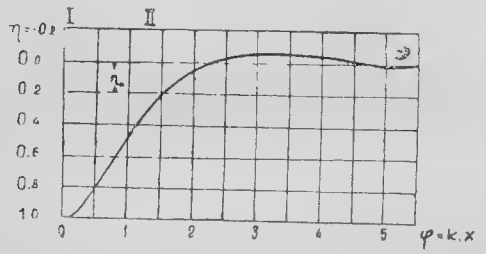


Рис. 1. Линия влияния соседних грузов на прогиб и давление в сечении $x = o$.

Конкретно, для того, чтобы учесть влияние второго груза на давление под первым грузом, расположенным в начале координат, в том случае, когда второй груз отстоит от первого на расстоянии x, нужно найти произведение $\varphi = kx$, где k есть отвлеченное дробное число, а x необходимо взять в сантиметрах; для полученного значения φ определить по таблицам или по графику (рис. 1) величину η и умножить на нее давление, которое вызвал бы второй груз в сечении $x = o$, если бы он находился в том же сечении.

Совершенно очевидно, что величина давления, вызываемого силой, прямо пропорциональна этой силе. Обозначая коэфициент пропорциональности через f, мы будем иметь:

1) давление от груза P_0, стоящего в сечении $x = o$, $Q_0^0 = fP_0$;

2) возможное давление от груза P_1, стоящего в сечении $x = o$ $Q_1^0 = fP_1$;

3) фактическое давление в сечении $x = o$ от груза P_1, стоящего в сечении $x = x_1$ $Q_1^1 = fP_1\,\eta$;

4) фактическое давление в сечении $x = o$ от совокупности грузов P_0, стоящего в сечении $x = o$, и P_1, стоящего в сечении $x = x_1$, $Q = fP_0 + fP_1\,\eta = f\,(P_0 + P_1\,\eta)$ или, считая, что в первом слагаемом $\eta = 1$, можно распространить эту формулу на любое число грузов и написать:

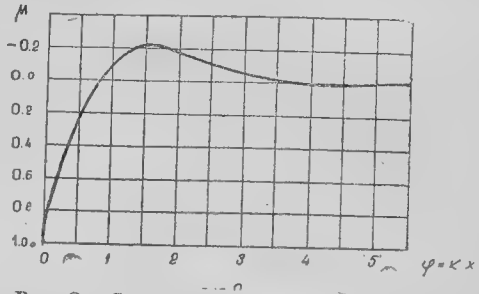


Рис. 2. Линия влияния для изгибающего момента.

$$Q = f\Sigma_1^n\, P_i\,\eta_i$$

[1] Значения этих функций см. проф. Митюшин «Рельсовый путь», ч. 2; проф. Тимошенко и инж. Лессельс «Прикладная теория упругости», стр. 113.

беря для каждого груза P_i, соответствующее, зависящее от расстояния до первого груза, значение коэфициента η.

Таким образом целую группу сил можно заменить одним эквивалентным или приведенным грузом $\varepsilon_1^n P_i \eta_i$, располагая последний в интересующем нас сечении.

Очевидно, что таким же образом следует поступать при определении влияния соседних грузов на изгибающий момент в рассматриваемом сечении.

Величина приведенного груза в этом случае будет $\sum_1^n P_i \mu_i$.

Возвращаясь к случаю одиночного груза и задаваясь целью определить давление под подошвой рельса в сечении, где расположен этот груз, видим, что, как указано выше, давление пропорционально величине действующей силы

$$Q = fP$$

Требуется выразить коэфициент f в функции от уже рассмотренных величин.

Замечая, что при $P = 1$, $Q = f$ найдем прогиб под грузом $P = 1$ $(x = o)$ равен

$$y = \frac{P}{8K^3EJ} = \frac{l}{8\kappa^3 EJ}$$

Интенсивность реакции под грузом:

$$uy = \frac{u}{8k^3EJ}.$$

Из соотношения

$$k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EJ}}$$

имеем:

$$k^4 = \frac{u}{4EJ} \text{ и } u = 4k^4EJ,$$

подставляя это значение u в формулу интенсивности реакции, найдем

$$uy = \frac{u}{8k^3EJ} = \frac{4k^4EJ}{8k^3EJ} = \frac{k}{2}.$$

Произведение uy есть давление, передаваемое упругому основанию одним *пог. см* рельса.

Если бы поверхность основания была бы вполне однородной, то полное давление рельса на часть поверхности можно было бы получить, интегрируя в пределах границ этой поверхности уравнение кривой прогибов и умножая интеграл на u.

Фактически поверхность шпального основания не является однородной; подбитая шпала и балласт междушпального ящика не в одинаковой мере сопротивляются прогибам рельса, причем для упрощения картины работы рельса и его основания, сопротивлением балласта между шпалами можно пренебречь. Тогда шпала будет воспринимать не только ту часть нагрузки, которая приходится на нее по закону распределения давления, но также и ту, которую должен был воспринять балласт между шпалами, если бы условия соприкасания его с рельсом были бы такими же, как и для шпал.

Таким образом, если расстояние между осями смежных шпал обозначить через l, практическая реакция шпалы будет равна сумме теоретиче-

ских реакций, распределенных на протяжении l, т. е. на $\frac{l}{2}$ в обе стороны от оси шпалы.

Поэтому давление на шпалу, нагруженную силой, равной 1, будет

$$f = \int_{-\frac{l}{2}}^{+\frac{l}{2}} uy\,dx = u\,\frac{1}{8k^3EJ}\int_{-\frac{l}{2}}^{+\frac{l}{2}} \eta\,dx = \frac{k}{2}\int_{-\frac{l}{2}}^{+\frac{l}{2}} \eta\,dx,$$

где η — есть функция вида:

$$\eta = e^{-kx}(\cos kx + \sin kx).$$

При малых значениях x она изменяется незначительно, и для существующих на практике расстояний между шпалами, можно принять $\eta = \text{const} = 1$.

Такое допущение приводит к значениям $\int \eta\,dx$, превышающим точную величину всего на 2—3%.

Считая $\eta = 1$, найдем:

$$f = \frac{k}{2}\cdot 1\int_{-\frac{l}{2}}^{+\frac{l}{2}} dx = \frac{k}{2}\,l,$$

откуда давление рельса на шпалу, нагруженную силой P, будет:

$$Q = fP = \frac{P}{2}k\cdot l,$$

где P — есть одиночный, либо приведенный груз.

б) Схема расчета рельсового пути

Если приведенные выше данные теории упругости положить в основу расчета пути, получим расчетную схему, применяемую в Америке, а с 1931 г. введенную НКПС, как обязательную для наших магистральных железных дорог [1].

То обстоятельство, что эта схема соединяет в себе предельную простоту с максимально возможным пока приближением к действительной картине работы рельса на шпальном основании, заставило применить этот метод расчета и для анализа трамвайного пути.

Рассматривая полученные выше на основании теории упругости формулы

$$M = \frac{P}{4k} \text{ и } Q = \frac{P}{2} - kl,$$

где

$$k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EJ}},$$

видим, что формулы эти не содержат традиционного коэфициента постели шпалы C, официальные расчетные значения которого слишком условны,

[1] Приказ НКПС № 2255 от 12/VI 1931 г.

и плохо согласуются с результатами опытной проверки их различными исследователями.

С другой стороны в них входит коэфициент u, носящий название *модуля упругости* рельсового основания.

Дальнейшим преобразованием формул можно было бы показать, что

$$u = \frac{D}{l}, \text{ где } D = \alpha \frac{ab}{2} C,$$

где α — коэфициент изгиба, a и b — длина и ширина шпалы.

Следовательно, между старым и новым методом расчета с точки зрения теории нет никакого разрыва, так как можно представить u в функции от C. Однако, зависимость эта справедлива только при том условии, если просадка шпалы под рельсом в точности равна прогибу рельса, чего на практике никогда не бывает, вследствие неплотного соприкасания рельса и шпалы и смятия последней.

Определяя модуль u непосредственно опытным путем, при помощи сравнения нагрузки и прогиба рельса, мы избегаем необходимости определять величину поправки на разность между прогибом рельса и просадкой шпалы, а заодно исключаем из расчета условный коэфициент C. В то же время мы достигаем максимального уточнения напряжения в рельсе, которое зависит, в конечном счете, от прогиба самого рельса, а не от просадки шпалы.

Расчет напряжений в рельсе. Модуль u был определен опытным путем Путевой экспериментальной станцией НКПС для пути с различными типами шпал, на различных балластах и различном по составу грунта нижнем строении. Не вдаваясь в подробности произведенных испытаний [1], отметим следующие выводы, сделанные авторами этих испытаний:

1) модуль u почти не зависит от рода балласта;

2) опытом не было установлено, по какому закону изменяется u при изменении расстояния между шпалами;

3) в первом приближении можно принять прямую пропорциональность между суммарной величиной опорной поверхности шпал на 1 *м* рельса и величиной u;

4) от толщины балластного слоя u не зависит.

На основании перечисленных соображений и экспериментально полученных для частных случаев значений u, была составлена таблица, дающая величины u в зависимости от типа шпал и расстояния между осями последних.

Соответствующее значение u при заданном типе рельса дает величину коэфициента относительной жесткости основания и рельса

$$k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EJ}},$$

после чего определяется напряжение в рельсе, момент сопротивления которого есть W, по формуле

$$\sigma_{ст} = \frac{P}{4Wk},$$

где P — приведенный груз.

Напряжение в шпале от смятия. Давление рельса на шпалу

$$Q_{ст} = \frac{1}{2} \Sigma \eta Pkl.$$

---

[1] См. Сборник (11) Центр. инст. научн. исследований НКПС, статья — «Пересмотр путевых расчетов».

Напряжение в шпале зависит от передающей давление площади подошвы рельса или подкладки.

$$q_{ст} = \frac{Q_{ст}}{\omega}.$$

Формулы не нуждаются в пояснении. Шпалы стандартных типов на изгиб не проверяются.

Напряжение в балласте на сжатие. Теория Циммермана дает следующую формулу для определения наибольшей реакции балласта, возникающей при загружении шпалы двумя сосредоточенными грузами.

$$p_{бст} = \frac{Q_{ст}}{\alpha \frac{ab}{2}},$$

где a и b — длина и ширина шпалы, α — отношение средней просадки шпалы к максимальной, т. е. коэфициент, учитывающий неравномерность распределения реакции основания шпалы, вследствие изгиба последней.

Применение теории Циммермана к нормальным типам шпал дает для них значение $\alpha = 0{,}9$, каковое и вводилось до последнего времени в расчет.

Так как работа неравномерно подбитой шпалы (а неравномерность подбивки представляет общее явление) не совсем отвечает условиям циммермановской задачи об изгибе бруса конечной длины на сплошном основании вполне однородной упругости, Путевое испытательное бюро, с целью максимального согласования расчета с практическими данными, установило действительное значение коэфициента α, которое для шпал типа I оказалось близким к 0,7.

Для прочих типов шпал коэфициент α определен теоретически, исходя из $\alpha = 0{,}7$ для типа I и считая, что другие типы относятся к первому так, как это следует из теории Циммермана.

Определенная с учетом реального значения α величина $p_{бст}$ представляет собой напряжение в балласте, под шпалой, которое является максимальным из всех напряжений, возникающих вдоль шпалы. При этом часто принимается, что в направлении поперек шпалы (т. е. вдоль оси пути) интенсивность давления имеет постоянную величину.

Однако, по опытным данным специальной Американской комиссии эпюра давлений имеет криволинейное очертание, которое в интересах простоты может быть заменено треугольным с небольшой погрешностью, как это и принято в приказе НКПС.

Так как высота треугольника вдвое больше высоты равновеликого ему прямоугольника, то очевидно, что максимальное давление в балласте на данном горизонте вдвое больше среднего на том же горизонте.

Формула

$$p_{бст} = \frac{Q}{\alpha \frac{ab}{2}}$$

дает величину среднего давления под шпалой, без учета его неравномерности.

Максимальное давление в балласте составит

$$p_{бст}^{max} = 2\, p_{бст}.$$

Допускаемые напряжения в балласте на сжатие имеют в виду средние давления, обеспечивающие связность балластной массы. Двойные перенапряжения, имеющие местное значение, не влияют на устойчивость

этой массы, так как она состоит из прочных, твердых и упругих частиц. Поэтому нет практической необходимости определять максимальное давление в балласте: неравномерность распределения давления является результатом устойчивого равновесия и не может само по себе его нарушить.

Все дело в том, чтобы среднее давление не перешло некоторого допускаемого значения, выше которого могло бы возникнуть массовое явление неупругого смещения частиц с последующими просадками верхних слоев.

Напряжение в грунте. Напряжение в грунте является частным случаем напряжения в балласте на глубине, равной толщине балластного слоя.

Закон увеличения с глубиной ширины s распространения давления базируется на форме кривых равного давления, полученных Американской комиссией.

Считая этот закон параболическим и изображая его формулой $s = b + mh^2$, определяем параметр m из эмпирической зависимости, по которой:

$$\text{при } h = l - b,\ s = l.$$

Подставляя эти частные значения в основную формулу и решая уравнение относительно m, получим значение постоянного параметра

$$m = \frac{1}{l - b} = \frac{1}{l_0}.$$

По подстановке последнего значения в основную формулу, она принимает вид

$$s = \frac{bl_0 + h^2}{l_0}.$$

Отношение ширины постели шпалы к ширине s будет коэфициентом уменьшения давления на глубине h по сравнению с давлением под шпалой. Но в балласте приходится различать среднее и максимальное давление, игнорируя последнее лишь постольку, поскольку балласт под нагрузкой представляет устойчивый, упругий комплекс. Этого никак нельзя сказать о грунте земляного полотна. Частицы грунта имеют несравненно меньшие размеры и почти всегда окружены водой; под нагрузкой очень быстро наступает предел, при котором упругие реакции частиц уступают место их перемещениям; благодаря малости частиц, они легко находят пути для передвижения и могут свободно внедряться в балласт снизу вверх, не встречая сопротивления (в промежутках между зернами балласта). Отсюда с совершенной бесспорностью вытекает необходимость делать проверку грунта не на средние давления, а на максимальные, потому, что последние, хотя и действуют на ограниченную часть поверхности грунта, но совершенно свободно вызывают остаточные деформации (при давлениях — выше допускаемых) на этой части, откуда при повторных действиях нагрузки необратимые перемещения частиц легко распространяются дальше, приводя в короткое время к осадке всего верхнего строения, из каких бы надежных материалов это последнее не было бы построено.

Таким образом, для давления на земляное полотно (грунт котлована) мы имеем следующую формулу:

$$p_з = p_{бст}^{max} \frac{b}{s} = \frac{2p_{бст}}{1 + \frac{h^2}{bl_0}}$$

Так как эта формула выведена при предельном условии, что при $h = l - b$, $s = l$, то она применима только до толщины балластного слоя $h = l_0$ что является достаточным для всех случаев практики.

в) Расчет трамвайного пути для современных условий движения

Расчет напряжений в рельсе. Расчетная схема, представляющая рельс в виде бесконечно длинной балки, лежащей на упругом основании, является наиболее приемлемой для расчета трамвайного пути по следующим соображениям:

1) приказом НКПС (1925 г.) схема сплошного упругого основания уже была допущена наряду со схемой отдельных опор;

2) расчет пути по первой схеме значительно проще расчета по второй;

3) разница в результатах, получаемых при применении той или иной схемы и при условии, что $D = ul$, для обычных случаев практики составляет: для изгибающего момента — 3%, давления рельса на шпалу—0%;

4) если D определяется по формуле $D = \frac{\alpha abC}{2}$, как это принимается старым методом расчета, то вследствие условности значений коэфициента C и отсутствия прямой зависимости его от прогиба рельса, значения напряжений в последнем получаются заведомо неверными;

5) соображения экономии металла заставляют требовать от расчета напряжения в рельсе максимальной возможной в данное время точности, эта точность достигается в новом методе расчета опытным определением если не всех, то, по крайней мере, основных значений коэфициента u, физический смысл которого определяется теорией упругости.

Останавливаясь окончательно на изложенном методе и кладя его в основу расчета трамвайного пути совместно с данными, имеющими специфически трамвайное значение, получаем следующую картину:

формула для расчета: $\sigma_{ст} = \frac{\Sigma \mu P}{4 wk}$

Расчетная нагрузка $\Sigma \mu P$ будет тем больше, чем меньше разгружающее влияние соседних осей. Наиболее невыгодным, с точки зрения напряжений в рельсе, будет действие 2-осных вагонов, которые представляют собою главную массу подвижного состава, обращающегося в настоящее время на наших трамвайных линиях. Это вытекает из того, что наличие только двух осей приводит к сравнительно большому давлению на каждую ось. При этом разгружающее влияние соседней оси ослабляется, так как расстояние между осями в этом случае будет больше чем в 4-осном вагоне. Учитывая чрезвычайное переполнение вагонов, которое едва ли может быть изжито в ближайшее время, можно, исходя из фактически наблюдаемых давлений, определить вероятный максимум приведенного давления оси 2-осного вагона в 12,5 m. Отсюда $\Sigma \mu P = 0{,}5 \times 12{,}5 = 62{,}5$ $m = 6250$ $кi$.

Характеристики рельсов, которые подвергнуты проверке на изгиб от указанной выше нагрузки, приведены в следующей таблице (см. таблицу 1, стр. 17).

Модуль упругости рельсового основания u определен методом интерполяции на основании данных таблицы, приложенной к приказу НКПС. [1]

[1] См. сноску на стр. 12.

Таблица 1

Тип рельса	Новый рельс					Изношенный рельс			
	Высота в *мм* — Ширина подошвы		Площ. сечен. в $см^2$	J в $см^4$	W_{min} в $см^3$	Велич. износ. в *мм*	Площ. износ сечен. в $см^2$	J в $см^4$	W_{min} в $см^3$
„Феникс" объедин. проф.	180	170	70,47	3228	345	18	57,91	2404	282
„Виньоль" 2-й очер. СПБ трамв.	180	160	52,72	2501	252,2	18	43,54	1613	161
„Виньоль" проектир. I	180	170	58,6	2745	288,9	18	48,1	1799	185,9
„Виньоль" проектир. II	180	180	59,5	2871	297,8	18	48,8	1840	188,9

Для слабых грунтов значение u уменьшалось на 40%.

Для принятого в практике ленинградского трамвая расстояния между осями шпал в 715 *мм* и для двух вариантов более частой укладки шпал с расстоянием между осями в 675 и 600 *мм* модуль u имеет следующее значение:

Таблица 2

l *мм*	u $кг/см^2$	
	Нормальный грунт	Слабый грунт
600	91	55
675	81	49
715	76	46

В основу различия между нормальным и слабым грунтом положен следующий критерий:

нормальным грунтом считается такое основание под балластным слоем, которое обладает средней способностью самодренирования, может без остаточных деформаций сопротивляться давлениям в 1,5 $кг/см^2$ и, что особенно важно, покоится на нижележащих устойчивых пластах, г. е. пластах не зыбких и не пучинистых;

слабым грунтом считается грунт, лежащий на зыбких или пучинистых породах, даже в том случае если он в дренированном состоянии способен сопротивляться нагрузке в 1,5 $кг/см^2$; при отсутствии естественного или искусственного дренажа не только подстилающие слои, но и грунт, лежащий непосредственно под балластом, становится мало надежным в смысле устойчивости, что учитывается в расчете уменьшением вдвое допускаемого давления на грунт, находящийся в плохих условиях водоотвода [1].

[1] Такое разделение грунтов отражает точку зрения Американской комиссии и Путевой экспериментальной станции НКПС, что коэфициент u в малой степени зависит от рода и толщины балласта, но очень сильно—от рода земляного полотна.

Совершенно очевидно, что приведенная выше классификация не претендует ни на полноту, ни на окончательность: она является лишь схемой, подчеркивающей зависимость u от рода нижнего строения, и пока эта зависимость не изучена ни теоретически, ни экспериментально, всякая попытка уточнения схемы, в порядке решения этого вопроса «между прочим», была бы по меньшей мере не серьезной и бесполезной.

Характеристика введенного НКПС условного понятия *слабый грунт* является, таким образом, приближенным указанием тех особенностей грунта, вследствие которых значение модуля упругости рельсового основания, полученное на основании соотношения между площадью передачи (для которой модуль u определен экспериментально) и площадью фактической опорной поверхности, должно быть уменьшено на 40%.

Принимая значение модуля Юнга равным для рельсовой стали $2{,}1 \times 10^6$ *кг/см*^{2} и имея значения u и моментов инерции J, можно для каждого случая вычислить соответствующее значение коэфициента — k. Всего таким образом получаем 58 различных комбинаций, сведенных в нижеследующую таблицу (см. табл. 3). Значения же P, W и k дают возможность для каждого отдельного случая определить напряжения в рельсе при статической нагрузке.

Таблица 3

Значения $k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EJ}}$

l *мм*	Грунт	Φ об. пр.		B тр. 2-й оч.		B тр. (в = 170)		B тр. (в = 180)	
		нов.	износ.	нов.	износ.	нов.	износ.	нов.	износ.
715	Нормальн.	0,0073	0,0078	0,0077	0,0086	0,0076	0,0084	0,0075	0,0084
	Слабый	0,0064	0,0069	0,0068	0,0076	0,0067	0,0074	0,0066	0,0074
675	Нормальн.	0,0074	0,0079	0,0078	0,0088	0,0077	0,0085	0,0076	0,0085
	Слабый	0,0065	0,007	0,007	0,0077	0,0068	0,0075	0,0067	0,0075
600	Нормальн.	0,0076	0,0082	0,008	0,0091	0,008	0,0088	0,0078	0,0088
	Слабый	0,0067	0,007	0,0071	0,008	0,007	0,0078	0,0069	0,0077

Напряжение в шпале под рельсом на сжатие. Формула напряжения:

$$q_{cm} = \frac{0{,}5\ \Sigma\eta\ Pkl}{\omega},$$

где ω—площадь поверхности соприкасания подошвы рельса с верхней постелью шпалы.

С точки зрения напряжений в элементах основания, наиболее невыгодным типом вагона может оказаться, при некоторых условиях четырехосный вагон. Условия эти: давление на ось порядка 9 *т*, база тележки около 1,6 *м* и укладка тяжелых профилей рельсов (Феникс или Виньоль высотою 180 *мм*). На практике приходится иметь дело с меньшими давлениями, которые в дальнейшем могут еще более снизиться за счет уменьшения мертвого веса вагонов.

Поэтому напряжения в элементах основания достигнут максимума при том же условии, при котором получают максимальное значение напряжения в рельсах, т. е. при действии на путь существующих двухколесных вагонов в момент наибольшего их наполнения.

Таким образом мы приходим к величине

$$\Sigma\eta\, P = 0{,}5 \cdot 12.5 = 6{,}25\ \ m = 6250\ \ кг.$$

Среднее давление на 1 см² балласта под шпалой. Формула

$$p_{бст} = \frac{0{,}5\ kl\,\Sigma\eta\ P}{\alpha\ \frac{ab}{2}}$$

Для применяемого в Ленинграде типа шпалы $245 \times 20 \times 15$ *см.*, коэфициент α оказывается равным 0,6.

По приведенной формуле определяются средние напряжения в балласте, которые в достаточной мере характеризуют степень его устойчивости.

Было бы, конечно, ошибкой сравнивать средние давления на балласт с максимальными давлениями на грунт, так как это дало бы ложное представление о возрастании давления с глубиной.

Увеличивая средние давления на балласт вдвое, их можно сравнивать с максимальными давлениями на грунт. Наоборот—уменьшая максимальные давления на грунт вдвое, их можно сравнивать со средними напряжениями в балласте.

Сравнивая таким образом величины однородные, мы каждый раз сможем убедиться в убывании давления с глубиной.

Максимальные давления на грунт. В виду того, что не только существующая, но и расчетная толщина балластного слоя во всех рассматриваемых случаях не превышает расстояния между шпалами в свету, формула для максимальных давлений на грунт имеет вид:

$$p_з = \frac{2\ p_{бст}}{1 + \frac{h^2}{bl_o}},$$

в которой все величины известны.

При $h = 15$ *см* формула дает фактические давления на грунт, при которых работает трамвайный путь существующей конструкции.

Так как давление это в большинстве случаев превышает допускаемое, то нормальную толщину балластного слоя можно получить, решая основную формулу относительно h, что дает

$$h^2 = bl_o\left(2\frac{p_{бст}}{p_з} - 1\right)$$

Подставляя вместо $p_з$ допускаемое давление на грунт, или определяя значение $p_з$ при разной толщине балластного слоя, абсцисса кривой $p_з = f(h)$ при ординате $p_з = \rho_{з\,доп}$ дает нормальную толщину балластного слоя.

Если для данной конструкции пути и толщины балластного слоя 15 *см* давление на грунт известно, то переход к давлениям при другой толщине делается путем умножения $p_з$ при $h = 15$ *см* на коэфициент

$$\beta = \frac{bl_o + 15^2}{bl_o + h^2} = \frac{A}{B}$$

Значения коэфициента β и вычисленных по нему давлений на грунт приведены в прилагаемых таблицах (см. таблицы 4 и 5).

Таблица 4

Коэфициенты изменения максимальных давлений на грунт в зависимости от толщины балластного слоя

Расстояние между осями шпал в *мм*	715 $A = bl_0 + 225 = 1255$		675 $A = bl_0 + 225 = 1175$		600 $A = bl_0 + 225 = 1025$	
Толщина балластного слоя h *см*	$B = bl_0 + h^2$	$\beta = \frac{A}{B}$	$B = bl_0 + h^2$	$\beta = \frac{A}{B}$	$B = bl_0 + h^2$	$\beta = \frac{A}{B}$
15	1255	1	1175	1	1025	1
20	1430	0,88	1350	0,87	1200	0,85
25	1655	0,76	1575	0,75	1425	0,72
30	1930	0,65	1850	0,64	1700	0,60
35	2255	0,56	2175	0,54	2025	0,51
40	2630	0,48	2550	0,46	2400	0,43
45	3055	0,41	2975	0,40	—	—
50	3530	0,36	—	—	—	—

Закон изменения $p_з$ в зависимости от толщины балластного слоя представлен в форме графиков (см. рис. 3—6) для всех рассматриваемых случаев. Графики составлены отдельно для каждого типа рельса в изношенном состоянии, для нормального грунта. Каждая кривая графика относится к одному из 3-х вариантов расстояния между осями шпал. Горизонтальные линии соответствуют допускаемому давлению на грунт. Абсцисса точки пересечения этой линии с кривой представляет величину нормальной толщины балласта для каждого случая.

Указанное в верхнем конце каждой кривой $\sigma_д$ представляет собою величину динамического напряжения от нагрузки при толщине балласта 15 *см*.

Напряжение в грунте при толщине балластного слоя 15 *см* указано рядом с $\sigma_д$ в конце пунктирных черных выносных линий.

Учет динамического действия нагрузки. Вопросы, связанные с динамическим действием подвижной нагрузки на железнодорожных линиях с электрической тягой, почти совершенно не изучены.

Поэтому учет динамического действия нагрузки сделан в настоящей работе применительно к правилам, установленным НКПС.

Два фактора сообщают нагрузке пути характер динамической, т. е. имеющей максимальное значение уже в начальный момент своего действия: сам подвижной состав с его движущимися поступательно и вращательно массами и дефекты пути, вредное влияние которых растет при наличии дефектов в ходовых частях подвижного состава.

Эти факторы оцениваются коэфициентами n — динамики подвижного состава и m (или m_1)—динамики пути.

Коэфициент n принят нами равным 1,5 как это до сих пор принимается в практике расчетов.

Для коэфициента m взяты формулы НКПС, соответствующие случаю одиночных вагонных колес или поддерживающих осей паровоза при расстоянии между смежными осями не менее 2 *м*.

Таблица 5

Максимальные давления на грунт в *кг/см²* при разной толщине балластного слоя

Профиль рельса		Феникс об. пр. для прямых				Виньоль трамв. 2 очереди СПБ трам.				Виньоль трамв. проект (подошва = 170 *мм*)				Виньоль трамв. проект (подошва = 180 *мм*)			
		Новый		Изношен.		Новый		Изношен.		Новый		Изношен.		Новый		Изношен.	
Грунт		Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.
i = 715 *мм*	*h* = 15 *см*	1,60	1,84	1,73	1,95	1,72	1,94	1,89	2,15	1,68	1,89	1,85	2,10	1,64	1,87	1,86	2,10
	20	1,40	1,62	1,53	1,72	1,51	1,71	1,67	1,89	1,48	1,67	1,63	1,85	1,44	1,64	1,63	1,85
	25	1,21	1,40	1,32	1,48	1,30	1,47	1,44	1,63	1,28	1,44	1,41	1,60	1,25	1,42	1,41	1,60
	30	1,03	1,20	1,13	1,27	1,11	1,26	1,23	1,40	1,09	1,23	1,21	1,37	1,07	1,22	1,21	1,37
	35	0,89	1,03	0,97	1,09	0,96	1,09	1,06	1,20	0,94	1,06	1,03	1,18	0,92	1,04	1,04	1,18
	40	0,77	0,88	0,82	0,94	0,82	0,93	0,91	1,03	0,80	0,90	0,89	1,01	0,79	0,90	0,89	1,01
i = 675 *мм*	*h* = 15 *см*	1,50	1,72	1,61	1,84	1,63	1,80	1,80	2,05	1,56	1,79	1,75	1,98	1,56	1,78	1,75	1,98
	20	1,31	1,49	1,40	1,60	1,42	1,57	1,57	1,78	1,36	1,56	1,53	1,72	1,35	1,55	1,52	1,72
	25	1,12	1,29	1,21	1,38	1,22	1,35	1,35	1,54	1,18	1,34	1,32	1,49	1,17	1,33	1,32	1,49
	30	0,93	1,10	1,03	1,18	1,04	1,15	1,15	1,31	1,00	1,15	1,12	1,27	1,00	1,13	1,12	1,27
	35	0,81	0,93	0,86	0,99	0,88	0,97	0,97	1,11	0,85	0,97	0,95	1,07	0,84	0,96	0,94	1,07
	40	0,69	0,79	0,74	0,85	0,75	0,83	0,83	0,94	0,72	0,82	0,81	0,91	0,72	0,82	0,81	0,91
i = 600 *мм*	*h* = 15 *см*	1,34	1,51	1,43	1,66	1,42	1,59	1,61	1,83	1,40	1,58	1,56	1,75	1,37	1,56	1,54	1,74
	20	1,14	1,28	1,22	1,41	1,21	1,35	1,37	1,56	1,19	1,34	1,33	1,49	1,17	1,33	1,32	1,48
	25	0,97	1,09	1,03	1,20	1,02	1,14	1,16	1,32	1,01	1,14	1,12	1,26	0,99	1,12	1,11	1,25
	30	0,80	0,91	0,86	1,00	0,94	0,95	0,97	1,10	0,84	0,95	0,94	1,05	0,82	0,94	0,93	1,04
	35	0,68	0,77	0,73	0,85	0,72	0,81	0,82	0,93	0,71	0,81	0,80	0,89	0,70	0,80	0,79	0,88
	40	0,58	0,65	0,62	0,71	0,61	0,68	0,69	0,79	0,60	0,68	0,67	0,75	0,59	0,67	0,66	0,74

Графики изменения давлений на грунт в зависимости от толщины балластного слоя (рис. 3—6)

(при нормальном грунте, высоте рельсов 180 *мм* и износе 180 *мм*)

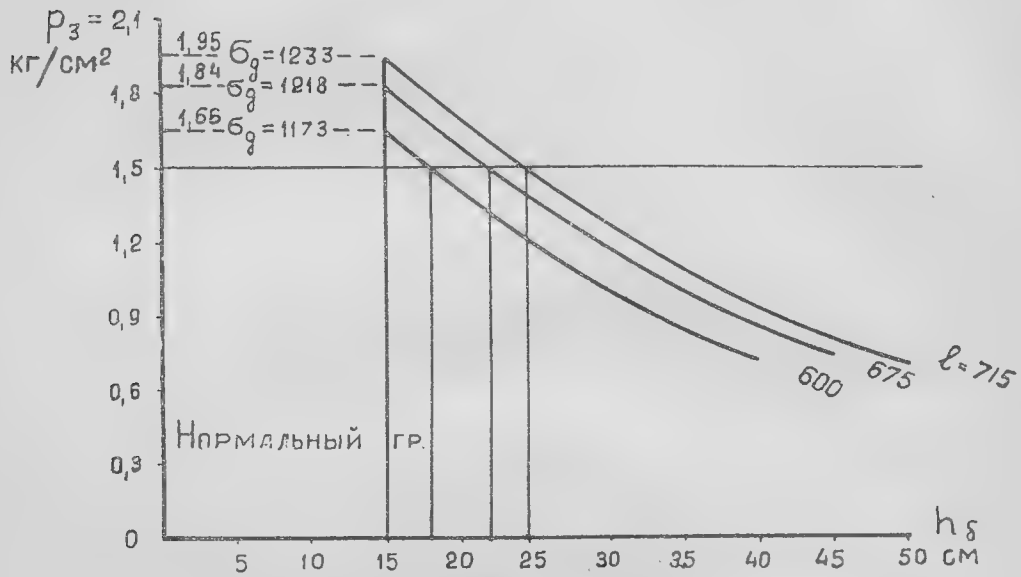


Рис. 3. Для рельса типа Феникс, объед. проф. высотой 180 *мм*.

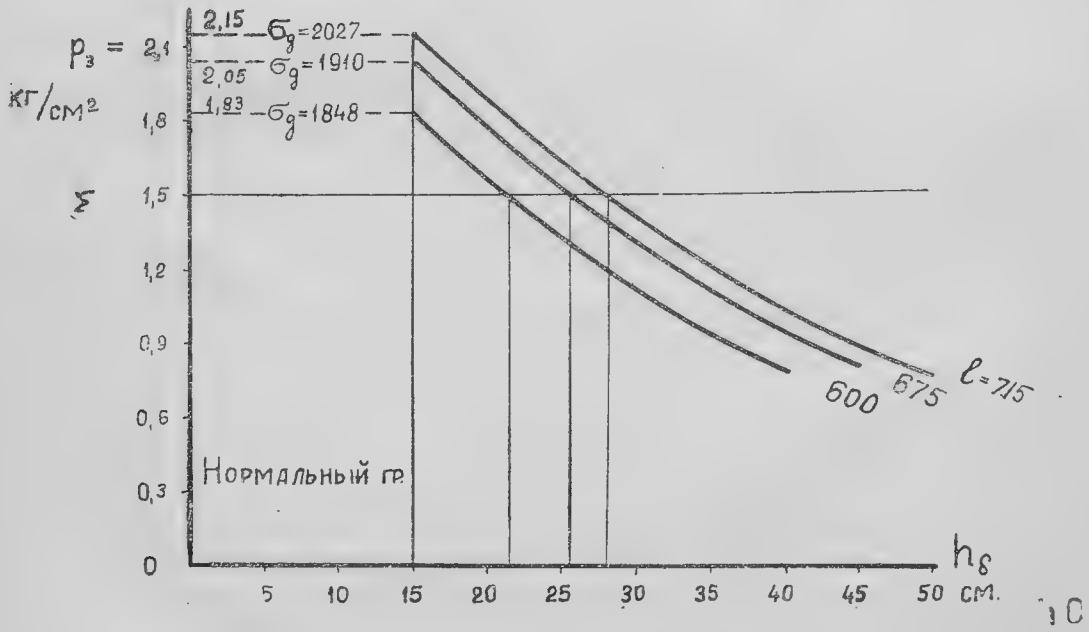


Рис. 4. Для рельса типа Виньоль II очереди СПБ трамвая.

В этом случае коэфициент m (для напряжения в рельсе) принимается равным коэфициенту m_1 (для напряжения в шпале), m зависит от скорости и грубо от давления на земляное полотно.

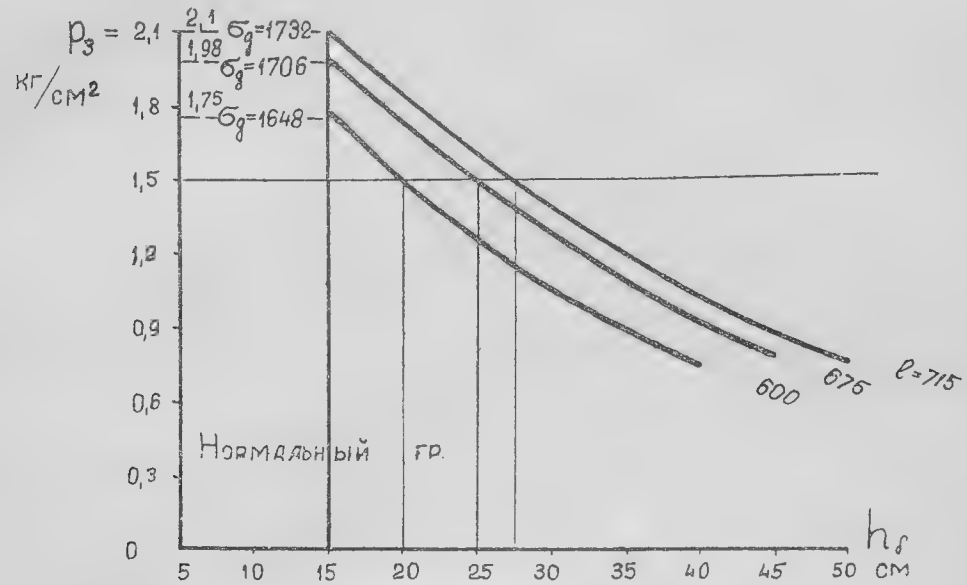


Рис. 5. Для рельса типа Виньоль трамв. (проект) I.

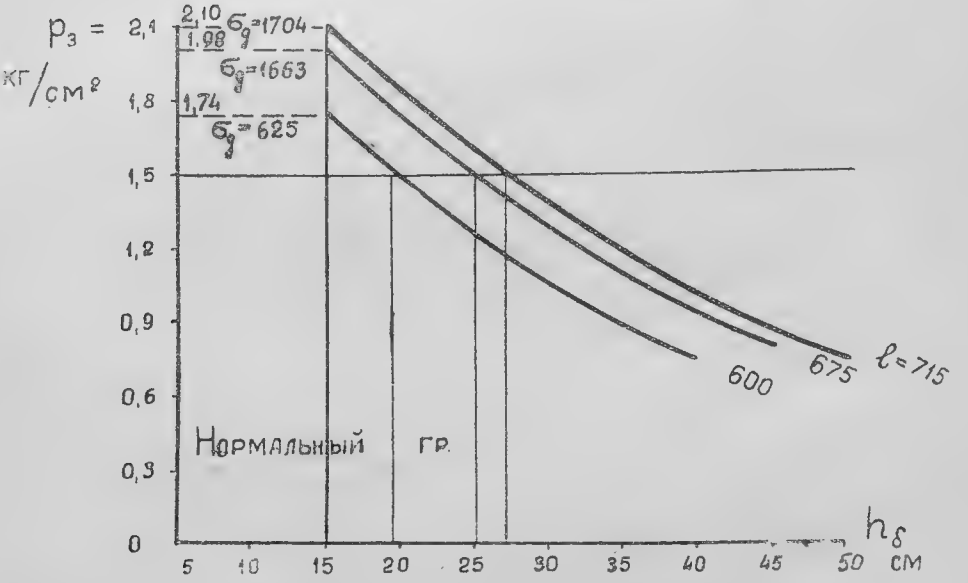


Рис. 6. Для рельса типа Виньоль трамв. (проект) II.

Пользуясь формулами НКПС и подставляя в них предельное значение скорости $v = 40$ *км*/час, найдем:

а) при нормальном давлении на грунт

$$m = m_1 = 1 + 0{,}0024\ v = 1{,}1;$$

Таблица 6

Напряжения в элементах трамвайного пути при шпальном основании и различных профилях рельсов

Тип рельсов			„Ф" объед. типа для прямых выс. 180 *мм*		„В" спец. укладки 2 очер. СНБ трамв. выс. 180 *мм*		„В" спец. проектир. выс. 180 *мм*, шир. под. 170 *мм*		„В" спец. проектир. выс. 180 *мм*, шир. под. 180 *мм*		„Ф" объед. типа для прямых выс. 180 *мм*		„В" спец. укладки 2 очер. СНБ трамв. выс. 180 *мм*		„В" спец. проектир. выс. 180 *мм*, шир. под. 170 *мм*		„В" спец. проектир. выс. 180 *мм*, шир. под. 180 *мм*	
Величина вертикального износа головки в *мм*			18		18		18		18		0 (новый)		0 (новый)		0 (новый)		0 (новый)	
Устойчивость грунта основания			Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.	Слаб.	Норм.
Расстояние между осями шпал 715 *мм*	Динамические напряжения в рельсе при толщине балласта 15 *см*	σ_0	1398 1458	1233	2217 2313	2027	1967 2052	1732	1932 2016	1704	1225 1278	1073	1576 1645	1389	1399 1460	1235	1377 1436	1216
	Динамические напряжения в рельсе при $h^н_б$, дающ. норм. давление на грунт	$\sigma^н_б$	1377	1179	2117	1939	1881	1651	1848	1630	1172	1026	1508	1328	1338	1183	1317	1163
	Динамическое напряжение в шпале	$q_ш$	7,50	8.50	8,8	9,95	8,00	9.16	7,60	8,66	7,0	8,0	7,80	8,91	7,30	8,30	6.80	7,70
	Средн. динамич. напряж. в балласте	$p_{бб}$	1,57	1,79	1,73	1,97	1,68	1,92	1,70	1,92	1,45	1.67	1,55	1.77	1,53	1,73	1.50	1,70
	Максимальное напряжение в грунте	$p_з$	1,73	1,95	1,89	2.15	1,85	2,10	1,86	2.10	1,60	1.84	1.72	1,94	1,68	1,89	1,64	1,87
	Толщина балластного слоя, при которой получаются допуск. давл. на грунт	$h^н_б$	23 45	25	24 47	28	24 47	27	24 47	27	21 43	24	22 45	24	22 45	24	22 44	24
	Динамические напряжения в рельсе при толщине балласта 15 *см*	σ_0	1379 1438	1218	2182 2277	1910	1941 2025	1706	1904 1987	1663	1206 1258	1059	1527 1593	1371	1382 1442	1216	1354 1413	1194
	Динамические напряжения в рельсе при $h^н_б$, дающ. норм. давл. на грунт	$\sigma^н_0$	1319	1165	2087	1827	1856	1632	1822	1591	1152	1013	1460	1311	1322	1163	1295	1142
	Динамическое напряжение в шпале	q_0	7,2	8,14	8,42	9,62	7,70	8,75	7.30	8,42	6.5	7,6	7,6	8,50	7.0	7,92	6.5	7,40
	Средн. динам. напряжение в балласте	$p_{бб}$	1,50	1.72	1,67	1,91	1,62	1,85	1,62	1,86	1,40	1.60	1,50	1,68	1,45	1,67	1,45	1,65
	Максимальное напряжение в грунте	$p_з$	1,61	1,84	1,80	2,05	1,75	1,98	1,75	1,98	1.50	1.72	1,63	1,80	1,56	1.79	1,56	1.78
	Толщина балластного слоя, при которой получаются допуск. давл. на грунт	$h^н_б$	20 42	22	22 43	26	21 43	25	21 43	25	18 40	21	20 42	22	19 41	22	19 41	22
	Динамические напряжения в рельсе при толщине балласта 15 *см*	σ_0	1280 1398	1173	2103 2194	1848	1865 1948	1648	1854 1935	1625	1120 1222	1032	1443 1575	1346	1280 1390	1178	1261 1375	1165
	Динамические напряжения в рельсе при $h^н_б$, дающ. норм. давл. на грунт	$\sigma^н_0$	1280	1121	2011	1767	1785	1576	1774	1554	1120	988	1443	1287	1280	1128	1261	1114
	Динамическое напряжение в шпале	q_0	6,60	7,51	7.16	7,80	7,10	8,09	6.60	7.59	6,10	6,9	6,9	7,80	6,40	7,26	5.9	6,77
	Средн. динам. напряж. в балласте	$p_{бб}$	1,37	1,59	1,55	1,76	1,50	1,68	1,49	1.68	1,28	1,45	1,37	1,53	1,34	1.52	1,32	1,50
	Максимальное напряжение в грунте	$p_з$	1,43	1,66	1,61	1,83	1,56	1.75	1,54	1.74	1.34	1.51	1,42	1.59	1,40	1,58	1,37	1.56
	Толщина балластного слоя, при которой получаются допуск. давл. на грунт	$h^н_б$	15 35	18	18 38	22	17 37	20	16 37	20	15 34	16	15 35	17	15 35	17	15 35	17

Примечание. Для чисел, показанных дробью, числитель соответствует дренированному, знаменатель — недренированному грунту.

б) при перенапряжении балласта или грунта до 50% допускаемого напряжения

$$m = m_1 = 1 + 0{,}0036,\ v = 1{,}15;$$

в) при перенапряжении балласта или грунта более, чем на 50%

$$m = m_1 = 1 + 0{,}0048,\ v = 1{,}2.$$

Динамическое напряжение в рельсе и в шпале получается из статических напряжений путем умножения их на произведение коэфициента n и $m = m_1$

Для балласта в расчет вводится только коэфициент n, в отношении грунта динамика не учитывается вовсе.

В последнем случае было бы правильнее ввести также некоторый уменьшенный коэфициент динамики, особенно, если учитывать относительно весьма малую толщину балластного слоя (15 *см*) в трамвайном пути.

Однако, за неимением точных данных приходится последовать примеру НКПС и считать коэфициент динамики для грунта равным 1.

Возможная ошибочность этого предположения, если не целиком, то отчасти, покрывается тем фактом, что давление рельса на шпалу, а, следовательно, и на все нижележащие элементы, подсчитано по максимальной реакции изогнутого рельса в точке приложения груза, т. е. с некоторым преувеличением, что можно считать эквивалентным принятию коэфициента динамики для грунта, равного 1,02 — 1,03.

Введением поправок на динамическое действие нагрузки расчет напряжений в элементах пути заканчивается.

Полученные данные сведены в одну общую таблицу (см. табл. 6). Числа, представленные в этой таблице в виде дроби, имеют следующее значение: верхнее число (числитель) относится к тому случаю, когда основание дренировано, нижнее (знаменатель) — когда дренаж отсутствует.

В остальном таблица пояснений не требует.

3. Анализ расчетных данных

а) Давление на грунт и вертикальная устойчивость пути

Анализ сводной таблицы 6 убеждает нас в необходимости провести анализ расчетных данных в порядке, обратном тому, которому мы следовали при расчете напряжений и начать с последнего расчетного звена — напряжений в грунте.

В самом деле, путь существующей конструкции работает независимо от профиля рельса с большими перенапряжениями в грунте, достигающими 50% и больше, а для слабых грунтов превышающими даже 100%.

Это обстоятельство представляет собою нарушение элементарного условия устойчивости пути, а, следовательно, и устойчивости связанного с ним мостового покрова улицы.

Что положение это нельзя практически устранить исключительно применением какого-либо иного профиля рельса, видно из следующего расчета.

Для нового рельса ϕ объед. профиля при нормальном грунте и $l = 715$ *мм*

$$P_3 = 1{,}84\ кг/см^2 = \frac{2\,P_{бст}}{1 + \frac{h^2}{bl_0}} = \frac{2 \times 1{,}15}{1 + \frac{h^2}{bl_0}}$$

Желая уменьшить давление на грунт до 1,5 *кг/см*² путем изменения мощности рельса, не изменяя никаких других размеров, мы встречаем необходимость уменьшить величину $P_{бст}$ в отношении $\frac{1,5}{1,84}$, т. е. определить новое значение $P_{бст}$ из пропорции:

$$\frac{P_{бст}}{1,15} = \frac{1,5}{1,84}, \text{ откуда}$$

$$P_{бст} = \frac{1,15 \times 1,5}{1,84} \approx 1 \ кг/см^2$$

Но величина $P_{бст}$ определяется, как известно, из выражения:

$$P_{бст} = \frac{0,5 \cdot k \cdot l \ \Sigma\eta_i P}{\alpha \ \frac{ab}{2}} = 1,$$

или, если считать, что все величины, кроме k и зависящей от k $\Sigma\eta_i P$ остаются прежними:

$$P_{бст} = \frac{71,5}{2940} \Sigma\eta_i P \quad k = 1,$$

откуда $k \ \Sigma\eta \ P = 41,12$ *кг/см*².

Так как $\Sigma\eta_i P = f(k)$, то определим значение k способом последовательного приближения, который дает:

при $k = 0,0058 \quad \varphi = 162 \times 0,0058 = 0,940;$
$\eta_i = 0,546 \ \Sigma\eta_i P = 7112$ *кг* и

$k \ \Sigma\eta \ P = 41,25 \approx 41,12$ *кг/см*²

На этом основании принимаем $k = 0,0058$. Но с другой стороны

$$k = \sqrt[4]{\frac{u}{4\,EJ}} = \sqrt[4]{\frac{91}{4,21 \times 105\ J}} = 0,0058.$$

Решая это уравнение относительно J, находим $J = \frac{91}{4,21 \times 105\ J} =$

$$= 11316498 \cdot 10^{-16} = \frac{91,10''}{11316496 \times 84} = 9573 \ см^4.$$

Таким должен быть момент инерции рельса, чтобы, не меняя в остальном конструкции верхнего строения, получить нормальное давление на грунт.

Этот момент инерции соответствует сплошному брусу квадратного сечения 180×180 *мм*, или, если принять, что моменты инерции подобных фигур относятся, как четвертые степени линейных размеров, то рельс, подобный нормальному рельсу *ф*, но имеющий $J = 9573$ *см*⁴, должен иметь высоту, определяемую пропорцией:

$$\frac{18^4}{h^4} = \frac{3228}{9573}, \text{ откуда } h = \sqrt[4]{\frac{104976 \times 9573}{3228}} \approx 24 \ см.$$

Эта высота будет достаточна, если все линейные размеры будут соответственно увеличены в отношении $\frac{24}{18} = \frac{4}{3}$, т. е. ширина подо-

швы будет $17 \times \frac{4}{3} \approx 23$ *см*, толщина шейки $\frac{11 \times 4}{3} \approx 15$ *мм*, ширина головки $\frac{58 \times 4}{3} = 77$ *мм* и т. д., а вес $55{,}17 \times \frac{24^2}{18^2} = 98$ *кг/м*.

Почти двойной против обычного вес рельса, который пришлось бы применить для того, чтобы снизить напряжение в грунте на ничтожную сравнительно величину 0,34 *кг/см*², показывает, что решение вопроса об уменьшении давления на грунт должно итти по другим, более естественным и экономичным путям.

Таких путей — два: увеличение толщины балластного слоя и уменьшение расстояний между шпалами.

Усиление же профиля рельса должно сообразоваться исключительно с его прочностью и с устойчивостью примыкающей к нему мостовой.

6) Толщина балластного слоя

При заданном расстоянии между шпалами толщина балластного слоя $h_б^н$, при которой давление на грунт не превышает нормального, является функцией трех факторов: типа рельса, величины вертикального износа головки рельса и рода грунта, лежащего под балластом.

Минимальное значение $h_б^н$ имеет для рельса *ф* об. пр., максимальное для рельса *В* СПБ трамвая и промежуточные значения для специальных рельсов типа *В*, спроектированных проф. А. А. Каменским, причем оба последние типа с шириной подошвы 170 и 180 *мм*, являются совершенно равноценными.

Как выше показано, уменьшение $h_б^н$ в зависимости от применения того или иного типа рельса, само по себе не может еще служить критерием для предпочтения одного типа другому.

Что касается влияния износа головки рельса на толщину балластного слоя, то, как видно из таблицы, каждый миллиметр износа увеличивает $h_б^н$ при слабом грунте на 1 *мм*, а при нормальном грунте — на 1,5 *мм*. Так как при рациональной укладке пути смена основания не должна происходить чаще, чем смена рельсов, то совершенно очевидно что толщина балластного слоя должна назначаться в предположении полного допускаемого износа рельса с тем, чтобы к моменту очередной смены рельсов основание не успело бы еще дать просадок вследствие перенапряжений в грунте.

Из анализа данных (см. таб. 6) видно, что слабые дренированные грунты требуют меньшей толщины балластного слоя. Это парадоксальное на первый взгляд положение основывается на том, что длина рельса, оседающего под нагрузкой:

$$L = \frac{3\pi}{2}\sqrt[4]{\frac{EJ}{u}} = \frac{3\pi}{2\sqrt{k}},$$

обратно пропорциональна коэфициенту относительной жесткости основания и рельса. Поэтому при малых значениях k (слабый грунт) давление оседающего рельса (при прочих равных условиях в отношении профиля рельса, расстояния между шпалами, величины нагрузки) распределяется на большую площадь, что влечет, в свою очередь, уменьшение как среднего, так и максимального значения P_3, а вместе с ними и $h_б^н$. Уменьшение $h_б^н$ для слабых грунтов колеблется в рассмотренных случаях от 3 до 4 *см*.

Было бы однако ошибкой, исходя только из высказанных теоретических соображений, уменьшать толщину балластного слоя на соответствующую расчету величину.

В каждом отдельном конкретном случае практики можно было бы пунктуально применить указания теории только при наличии уверенности, что данный «слабый грунт» есть именно тот самый грунт, для которого расчет принимает понижение модуля u на 40% и определенное допускаемое напряжение, и что свойства этого грунта остаются постоянными во времени.

В действительности же необходимо считаться со следующими обстоятельствами:

а) модуль упругости рассматриваемого грунта может иметь большую величину, и в этом случае нельзя уменьшать $h_б^н$ на полную разность между значением $h_б^н$ для нормального и слабого дренированного грунта;

б) в пределах срока службы основания всегда возможно ожидать если не постоянного, то временного повышения сопротивляемости подпочвы. Вследствие метеорологических условий (действия дренажа, влияния различных подземных сооружений и т. п.), высоко стоящий горизонт грунтовых вод может понизиться, отчего подподчва может временно утратить свою зыбкость, и «слабый дренированный грунт» в отношении модуля u может близко подойти к «нормальному грунту», для которого требуется большая величина u;

в) возможность временного повышения грунтовых вод, вследствие чего ухудшится дренаж основания, и грунт, размягчаясь, утратит часть своей способности сопротивляться давлению балласта. Это вызовет понижение допускаемого давления на грунт, в соответствии с чем потребуется увеличение толщины балластного слоя.

Таким образом, грунты, отнесенные при расчете к категории «слабых» не являются на практике совершенно стабильными, вследствие чего: при «слабых грунтах» (т. е. грунтах с зыбкой подпочвой), которые, благодаря дренажу, выдерживают в верхних слоях нормальное давление (1,5 *кг/см*²), толщина балластного слоя должна назначаться не меньшей, чем при нормальных грунтах.

Что касается слабых грунтов, не имеющих дренажа, то их верхние слои легко разжижаются, как при подъеме высокостоящих грунтовых вод, так и в результате застаивания поверхностных атмосферных вод. На такие грунты допускается давление не свыше 0,75 *кг/см*.

Таблица 6 дает для последних высокие значения нормальной толщины балластного слоя: от 35 до 47 *см*. В этом случае можно делать выбор между двумя решениями: или принять на всем протяжении пути балластный слой расчетной толщины или, применив подходящий к данному случаю тип дренажа, ограничиться вдвое меньшей толщиной балласта. Второму решению, как технически более совершенному, нужно отдать предпочтение.

Что касается экономической стороны вопроса, то также имеются все основания для того, чтобы предпочесть второе решение.

В самом деле — рассмотрим две укладки: одну без дренажа, но почти с двойной толщиной балласта, как этого требует расчет, другую — со слоем балласта нормальной толщины, но с дренажным устройством, требующим дополнительного расхода щебня.

Сравнение поперечных сечений двух этих укладок показывает, что второй тип дает некоторую экономию в расходе щебня.

Эта экономия составляет около 0,5 *м*³ щебня на 1 *м* двойного пути. Если принять, что дренажные колодцы устанавливаются не реже, чем

через 40 *м*, то и тогда второй тип укладки на участке между двумя соседними колодцами дает экономию порядка 750 руб.

За счет этой суммы можно покрыть значительную часть расходов по установке колодцев и укладке дренажных труб.

Таким образом, устраивая дренаж путей в тех случаях, где характер грунтов этого требует, мы получаем технически рациональную конструкцию основания, почти не выходя при этом за пределы минимальных дополнительных расходов, неизбежно связанных с усилением основания. Правда, если иметь в виду применение песчаного балласта, который раз в пять дешевле щебня, то укладка путей на слое песка двойной толщины обойдется дешевле, чем укладка на нормальном слое щебня с устройством дренажа.

Однако использование песчаного балласта не может быть рекомендовано. Путь, уложенный на песчаном балласте при слабом, недренированном грунте, будет не долговечным. Правда, таблица напряжений (№ 6) показывает, что ни в одном из рассмотренных случаев среднее напряжение в балласте не достигает даже 2 *кг/см*^{2}, в то время как для песка среднее допускаемое напряжение по нормам НКПС принимается равным 2,4 *кг/см*^{2}, так что в смысле прочности и устойчивости песок не только удовлетворяет требованиям нормальной работы балласта, но даже перекрывает их. С другой стороны, по данным НКПС, жесткость песчаного основания нисколько не уступает жесткости щебеночного основания, что и принято в расчете, который не делает различия между тем или иным родом балласта.

Казалось бы, что для всех разобранных нами случаев песок должен подойти, как вполне удовлетворительный материал для балласта, тем более, что в замощенном трамвайном пути песок не подвергается действию ветра, от которого он страдает в обычном открытом железнодорожном пути.

Однако, в работе трамвайного пути имеют место факторы, не учитываемые расчетом прочности, которые при различных балластах приводят к различным результатам.

При любом из существующих типов замощения путей атмосферные осадки частично проникают сквозь мостовую в основание пути в большем или меньшем количестве. Максимум проникания достигается при обычной булыжной мостовой, минимум—при так называемых «водонепроницаемых» мостовых, при которых влага просачивается главным образом в местах сопряжения рельса с мостовой. Даже заливка швов асфальтом, гудроном или цементом, не является совершенным средством для получения действительной водонепроницаемости в полосе трамвайного пути и дает хорошие результаты только в течение ограниченного срока.

Проникшая в основание вода достигает поверхности грунта и, если основание не дренировано, а грунт—водонепроницаем, то вода накапливается в пониженных местах, удаляясь оттуда только путем испарения. Медленность этого процесса вызывает застаивание воды, которая, насыщая постепенно грунт, размягчает и даже разжижает его; жидкий грунт, при проходе подвижного состава, впрессовывается снизу в поры балласта, оставляя за собою пустоты, в которые будет оседать верхнее строение. Жидкий грунт, проникший в балласт, будет расстраивать балластный слой.

Длительное пребывание воды в основании понижает способность сопротивления грунта и балласта ниже пределов, принимаемых расчетом [1]. При-

[1] См. инж. Томас (Кельн) «Ueber Entwässerung von Strassenbahngleisen» Verkehrstechnik, № 1—2, 1925 г.

расчете пути на слабом недренированном грунте допускаемое давление на грунт принимается равным 0,75 *кг/см*². Уменьшение допускаемого напряжения учитывало возможность увлажнения грунта как близстоящими грунтовыми, так и просачивающимися атмосферными водами. При этом предполагается, что вследствие увлажнения увеличивается расстояние между частицами грунта и соответственно уменьшается сцепление между ними, но грунт все-таки не теряет свойств твердого тела.

В местах же продолжительного застаивания воды (подземные лужи в пониженных местах) грунт по своим свойствам еще более приближается к жидкому телу, и его способность сопротивления может оказаться значительно ниже, чем 0,75 *кг/см*.

С этой точки зрения устойчивость и долговечность пути на основании, которому не обеспечен отвод воды, являются, вообще говоря, немыслимыми.

Проникшая в основание пути вода, несет за собою большое количество пыли, балласт действует на эту грязную воду подобно фильтру, улавливая твердые частицы и задерживая их в своих порах. Этот процесс длится до тех пор, пока загрязненный балласт не становится водонепроницаемым. В этом случае атмосферная вода, прежде чем проникнуть к поверхности грунта, будет длительно задерживаться в верхних слоях балласта, способствуя гниению шпал и ржавению рельса и его скреплений. Жидкая грязь, действуя подобно смазке, будет нарушать устойчивость балласта в верхних, наиболее нагруженных его слоях. Напряжение, которое можно допустить в балласте при этом состоянии, может оказаться значительно ниже расчетного.

Кроме того вода все же проникнет к поверхности грунта и здесь также окажет свое разрушительное действие. Песчаный балласт не выдерживает критики по сравнению со щебеночным, так как последний допускает в 2,5 раза большее давление, чем песчаный, и гораздо меньше загрязняется и закупоривается пылью, вследствие большого размера пор. Не может быть рекомендовано и такое компромиссное решение, как например применение балласта из смеси щебня с песком, ибо такой балласт почти так же быстро загрязняется, как и чистый песок.

Таким образом отрицательные качества песка, как материала для балласта, требуют замены его щебнем; не устраняемая даже и при такой замене опасность разжижения грунта основания заставляет стремиться к осушению грунта дренажем, и, наконец, экономика показывает почти одинаковую стоимость дренажа по сравнению с применением большой толщины балластного слоя.

Томас[1] указывает еще на одно, особенно вредное влияние, которое оказывает задержка воды в основании трамвайного пути.

Вода, размягчая грунт в местах свого застаивания, уменьшает модуль упругости основания, вследствие чего увеличивается прогиб рельса в этих местах. При проходе подвижного состава рельс в разных местах будет прогибаться различно. Различны будут также пропорциональные прогибу амплитуды колебаний и пропорциональные длине прогнувшейся части рельса—длины волн колебаний рельса.

Томас утверждает, опираясь на теоретический анализ Блосса и личный опыт, что интерференция колебаний при описанном условии оказывается если не единственной, то одной из главнейших причин явления волнообразного износа рельсов. В подтверждение этой мысли Томас, в числе прочих примеров, приводит следующие:

---

[1] Verkehrstechnik, № 1—2, 1925 г.

а) на всех наблюдавшихся им участках пути с большим волнообразным износом отвод воды не был обеспечен,

б) инж. Резаль (Бордо)[1] указывал на Брауншвейгскую сеть, как на одно из немногих путевых хозяйств, не страдающих от явлений волнообразного износа. Но уже к 1915 г. эти дороги давали отчетливую картину волнообразований, что Томас объясняет загрязнением, с течением времени, песчаного основания путей уличной пылью, проникшей вместе с дождевой водой;

в) в 1915 г. волнообразный износ появился на одной из кельнских пригородных железных дорог; обследование инж. Кайзер показало, что основание пути является сплошь водонепроницаемым, дренаж отсутствует, удаленные в 1922 г. при помощи простружки рельсов волны появились в 1925 г. еще в большем количестве.

Резюмируя изложенное, приходим к следующим выводам:

Глинистые и суглинистые грунты, лежащие в основании балластного слоя, следует удалять на глубину около 5 *см*, заменяя их слоем песка.

В качестве балласта необходимо применять щебень, так как песчаный балласт не гарантирует устойчивости верхнего строения пути и его замощения и может служить причиной вредных перенапряжений в рельсах.

Основание трамвайного пути на всякого рода грунтах, кроме самодренирующихся, должно быть дренировано.

Желательно производить укатку катками дна земляного котлована для повышения сопротивления грунта и выравнивания постели балласта.

Уменьшение давления на грунт может быть достигнуто не только утолщением балластного слоя, но и сближением шпал. В последнем случае получается некоторая экономия балласта. С технической точки зрения равноценны различные комбинации l и $h_б^н$ лишь бы напряжение в рельсе не превосходило допускаемого. С точки зрения экономики предпочтительными являются конструкции с увеличенным числом шпал, но с уменьшенной вследствие этого толщиной балласта. В самом деле, рассмотрим 2 типа верхнего строения при рельсе, например, типа Феникс:

	1 тип	2 тип
	$l = 675$ *мм*	$l = 600$ *мм*
	$h_б^н = 22$ *см*	$h_б^н = 18$ *см*
Число шпал на 1 *км*	1482	1667
Перерасход на шпалы при цене 4 р. 08 к. .	—	754 р.
Уменьшение объема земляных работ	—	112 $м^3$
Уменьшение стоимости устройства балластного слоя при цене 35 р. 96 к	—	4027 р.

Если ориентировочно принять, что расход на пришивку рельса к дополнительным шпалам и подбивку последних вместе со стоимостью костылей, идущих на добавленные шпалы, равен расходам по транспорту (нагрузка, перевозка и выгрузка) балласта, который дополнительно вошел бы в объем работ при меньшем числе шпал на 1 *км*, то экономия на щебеночном балласте, достигаемая сближением шпал (600 *мм* вместо 675 *мм*.), составит

$4027 - 754 = 3273$ р. на 1 *км* одиночного пути.

[1] Доклад на Интернациональном Конгрессе в Будапеште (1914 г.).

При песчаном балласте эта экономия составит только 554 руб.

На этом основании можно рекомендовать типы верхнего строения с уменьшенным расстоянием между осями шпал, тем более, что это мероприятие, помимо экономии балласта, дает понижение напряжений в рельсе — обстоятельство весьма важное в смысле увеличения срока службы рельса.

Для полного освещения вопроса относительно расстояний между шпалами определим способом последовательного приближения предельные значения l, при которых нормальное давление на грунт получается при слое балласта в 15 *см*.

Эти расстояния оказываются равными:

для рельса Феникс объед. проф. — 52 *см*,
» » Виньоль СПБ трам. — 51 »
» » Виньоль трам. (проект) — 52 »

Они близки к тем, которые приняты в практике американских железных дорог (55,5—50 *см*).

в) Напряжения в рельсах от действия нагрузки и температуры

Для того, чтобы составить представление о величине внутренних сил, возникающих при работе рельса, необходимо учесть дополнительные напряжения, которые появляются в рельсах, уложенных в замощенном пути без зазоров, в результате температурных воздействий.

Если рельсовая нитка состоит из уложенных при температуре t впритык звеньев, соединенных в стыке накладками или сваркой, то начальная длина произвольного отрезка нитки L_0 должна, как известно, при изменении температуры рельса до t_1°, измениться до величины L_t, причем

$$L_t - L = \Delta L = L\,\alpha(t_1 - t_0) = L\,\alpha t,$$

Это теоретическое удлинение, оставаясь вследствие отсутствия зазоров между звеньями невыявленным, аналитически может быть выражено равенством двух деформаций: температурного удлинения и деформации от реакций в стыках.

Последняя деформация по общей формуле сопротивления материалов равна

$$\Delta L = \frac{RL_0}{E\omega} = \sigma_t \frac{L}{E}$$

Поэтому можно написать

$$L\,\alpha t = \frac{\sigma_t L}{E} \text{ или}$$

$$\alpha t = \frac{\sigma_t}{E}, \text{ откуда}$$

$\sigma_t = E\alpha t$, где, следовательно, σ_t есть величина напряжения, возникающего вследствие невозможности изменения длины рельса при температурных колебаниях.

Подставляя в эту формулу численные значения $E = 21.10^5$ и $\alpha_{стали} = 0{,}0000118$, получаем простую зависимость [1]

$$\sigma_t = 24{,}8t \approx 25t,$$

из которой в дальнейшем мы и будем исходить.

[1] Каменский, А. А., проф. Устройство пути городских и пригородных трамваев.

Для решения вопроса о температурных напряжениях необходимо учитывать следующие факторы:

а) интервал, в пределах которого скрытые изменения длины рельса переходят в напряжение, зависит от максимальной и минимальной температур, наиболее вероятных для данной местности, а также от температуры укладки рельсов, при которой как теоретически, так и практически зазор между соединяемыми звеньями и температурные в них напряжения равны нулю;

б) температура рельса в открытом пути может отличаться от температуры воздуха, в зависимости от состояния погоды и времени дня. Ночью и в пасмурную погоду температура рельса равна температуре воздуха, днем она несколько выше, причем в пределе разница достигает 13°С [1];

в) средняя температура рельса, находящегося в замощенном трамвайном пути не должна значительно отличаться от температуры воздуха, так как поверхность рельса, непосредственно воспринимающая солнечное излучение, будет при замощении рельсовой колеи значительно меньше, а поверхность, отдающая тепло окружающей среде та же, что и для открытого рельса. Поэтому наличие замощения сильно ослабляет предпосылки, необходимые для перегревания рельса. Больше того, возможно состояние, при которым температура рельса будет ниже температуры воздуха. К сожалению, по этому вопросу никаких опытных исследований не делалось, и для целей данного расчета придется, в первом приближении, принять, что температура замощенного рельса не отличается от температуры воздуха.

Переходя далее к конкретным условиям, мы прежде всего выберем для наших рельсов расчетный предел допускаемого напряжения при совместном действии нагрузки и температуры.

Выбор допускаемого напряжения для рельса нужно было бы сделать на основе периодических наблюдений за путями, находящимися в эксплоатации. Фиксируя общее состояние пути и деформации рельсов при каждом наблюдении, можно рассчитать напряжения в рельсе, соответствующие наблюдаемому износу рельсового профиля. Величина напряжения, полученная для рельса в тот момент, когда он по объективным признакам требует смены, и будет величиной допускаемого напряжения для принятого метода расчета.

Путевая экспериментальная станция НКПС подобных опытов, повидимому, не производила, базируясь исключительно на данных Особой комиссии по установлению единого метода расчета верхнего строения германских, американских, нидерландских и венгерских железных дорог.

Допускаемые напряжения получены НКПС при помощи простого умножения значений, выведенных упомянутой Комиссией, на отношение коэфициента динамики, принятого в новом расчете к коэфициенту, установленному Комиссией. Таким образом, точность допускаемых напряжений по нормам НКПС стоит в прямой зависимости от точности и надежности исследований Особой комиссии.

Не имея в своем распоряжении необходимого опытного материала, мы должны будем исходить в дальнейшем из допускаемых напряжений, установленных НКПС [2]

Для предлагаемого расчета рациональнее всего принять допускаемое напряжение 2 500 *кг/см*^{2}, что соответствует расчету «прочности существующего пути с учетом необходимости интенсификации работы пути»

---

[1] Инж. Крачковский. Воздействия температуры на рельсы, лежащие в пути.

[2] Приказ НКПС № 2255—1931 г., гл. IV, § 4, п. 6.

Что касается интервала температур, при которых работает путь, то будем считать минимальной температурой воздуха — 30°, а максимальной + 37° [1]. Примем что: 1) охлаждение рельса ниже температуры воздуха мало вероятно, 2) возможный перегрев открытого рельса по сравнению с воздухом не превышает 13°, 3) замощенные рельсы не испытывают перегрева и имеют температуру, не превышающую температуры воздуха.

В таком случае мы будем иметь дело с двумя интервалами температур:

1) от — 30°С до + 37° для замощенного рельса и

2) от — 30°С до + 50° для открытого рельса.

Величина интервала в первом случае равна 67°, во втором — 80°С.

Так как температурные напряжения, складываясь с напряжениями от нагрузки, в зависимости от знака усилий, уменьшают суммарное напряжение в одной зоне рельса и одновременно увеличивают его в другой зоне, необходимо знать, кроме приведенных в сводной таблице максимальных по абсолютной величине напряжений от сжатия также напряжения от растяжения.

Составим таблицу растягивающих напряжений для четырех типов рельсов в изношенном и не изношенном состоянии.

Если все величины, относящиеся в верхней — сжатой зоне, обозначить индексом o, а относящиеся к нижней — растянутой зоне — индексом u, то из сравнения значений напряжений для обеих зон, представленных в общем виде, получим следующую зависимость:

$$\sigma_u = \sigma_o \frac{W}{W_u} = c\sigma$$

Рассчитаем переводные коэфициенты c. Буквой z с соответствующим индексом обозначено расстояние от нейтральной оси до крайнего волокна головки или подошвы рельса.

Таблица

Расчет переводных коэфициентов c для новых рельсов

Тип рельса	J см⁴	W_0 см³	$Z_0 = \frac{J}{W_0}$ см	$Z_u = 18 - 1{,}8 - Z_0$ см	$W_u = \frac{J}{Z_u}$ см³	$c = \frac{W_0}{W_u}$
Феникс об. пр. .	3228	345	9,36	8,64	373,2	0,924
Виньоль СПБ . .	2501	252,2	9,92	8,08	309,6	0,815
Виньоль пр. I . .	2745	289	9,5	8,5	323	0,891
Виньоль пр. II . .	2871	297,8	9,64	8,36	343,4	0,867

Таблица 8

Расчет переводных коэфициентов c для изношенных рельсов

Тип рельса	J см⁴	W_0 см³	$Z_0 = \frac{J}{W_0}$ см	$Z_u = 18 - 1{,}8 - Z_0$ см	$W_u = \frac{J}{Z_u}$ см³	$c = \frac{W_0}{W_u}$
Феникс об. пр. .	2404	282	8,53	7,67	313,4	0,9
Виньоль СПБ . .	1613	161,3	10	6,2	270,2	0,619
Виньоль пр. I . .	1799	186	9,68	6,52	276	0,674
Виньоль пр. II . .	1840	189	9,74	6,46	284,8	0,664

[1] Температурные условия Ленинграда.

Пользуясь сводной таблицей напряжений и таблицами переводных коэфициентов *c*, составим таблицу растягивающих напряжений в рельсах при разных расстояниях между осями шпал, но при нормальной расчетной толщине балластного слоя как для нормального, так и для слабого дренированного грунта.

Случай слабого, не дренированного грунта, на основании ранее высказанных соображений, из рассмотрения исключается.

Таблица 9

Растягивающие напряжения в рельсах от действия нагрузки при нормальной толщине балласта и разных расстояниях между шпалами

Расстояние между осями шпал в *мм*	Новые рельсы							
	Феникс об. пр.		Виньоль СПБ		Виньоль тр. пр. I		Виньоль тр. пр. II	
	н. г.	с. г.	н. г.		н. г.	с. г.	н. г.	с. г.
715	948	1083	1082	1229	1054	1192	1008	1142
675	936	1065	1068	1190	1036	1178	990	1123
600	913	1035	1049	1176	1005	1140	966	1093

(продолжение табл. 9)

Расстояние между осями шпал в *мм*	Рельсы изношенные на 18 *см*							
	Феникс об. пр.		Виньоль СПБ		Виньоль тр. пр. I		Виньоль тр. пр. II	
	н. г.	с. г.	н. г.	с. г.	н. г.	с. г.	н. г.	с. г.
715	1061	1239	1200	1310	1117	1208	1082	1227
675	1049	1187	1131	1292	1100	1251	1057	1210
600	1009	1152	1094	1245	1062	1203	1032	1178

Примечание: н. г. обозначает „нормальный грунт".
с. г. „ „слабый грунт".

Данные таблицы показывают, что любой рельс при любых условиях грунта, балласта и т. д. нельзя сваривать при температуре 37°C в ясную солнечную погоду, ибо при охлаждении такого рельса до — 30°C суммарное напряжение от температуры и нагрузки превысит 3000 *кг/см*².

Это обстоятельство выдвигает на первый план весьма серьезный вопрос о предельных температурах, при которых укладка рельсов без зазоров или сварка может быть допущена без риска получить в рельсе перенапряжение.

Если исходить из основного допускаемого напряжения на сжатие 2500 *кг/см*², а допускаемое напряжение на растяжение в месте сварки уменьшить на 20%, т. е. принять равным 2000 *кг/см*², то для каждой температуры рельсов перед сваркой можно, путем вычитания из основного допускаемого напряжения температурного напряжения, получить максимальное допускаемое напряжение от нагрузки.

Если температура рельсов перед сваркой равна x°C, то интервал возможного охлаждения будет равен (x° + 30°), а интервал возможного

нагревания замощенных рельсов $(37 - x^{\circ})$. Отсюда температурное напряжение максимально будет равно:

на растяжение $25\ (x + 30)$ *кг/см²*,
на сжатие $25\ (37 - x)$ *кг/см²*.

Допускаемые же напряжения от нагрузки с учетом влияния температуры будут:

на растяжение $2000 - 25\ (x + 30) = 1250 - 25x$,
на сжатие $2500 - 25\ (37 - x) = 1575 + 25x$.

Если эти допускаемые напряжения представить графически (см. рис. 7—9), то они изобразятся прямыми наклонными линиями; точки пересечения последних с горизонтальной линией, соответствующей напряжению, возникающему от нагрузки в рельсе при данном типе основания и износе 18 *мм*, дадут пределы температур, при которых сварка стыков допустима.

Называя горизонтальные и наклонные прямые графиков, относящиеся к растягивающим напряжениям, плюс-линиями, а к сжимающим напряжениям — минус-линиями, отметим следующее непосредственное очевидное правило: верхним пределом допускаемых температур укладки рельсов без зазоров является абсцисса точки пересечения плюс-линий, а нижних— абсцисса точки пересечения минус-линий. Поэтому, если на графике точка пересечения плюс-линий получается левее точки пересечения минус-линий, то верхний предел оказывается меньше нижнего. Это показывает невозможность сваривать рельсы ни при какой температуре, если предполагается довести износ рельса до величины, для которой построен график (18 *мм*). Иначе это обстоятельство можно трактовать, как невозможность довести износ рельса в данном типе верхнего строения до 18 *мм*.

Если ограничить допускаемое напряжение в сваренном стыке величиною 2000 *кг/см²*, то пределы возможных температур укладки рельсов без зазоров оказываются настолько узкими, что часто их весьма трудно выдержать на практике. Это свидетельствует о том, что тот или иной профиль рельса имеет недостаточную мощность, главным образом, в отношении растягивающих напряжений (малый момент сопротивления относительно подошвы). С другой стороны, опыт эксплоатации существующих путей показывает, что процент лопнувших сваренных стыков при правильном производстве работ, вообще говоря, не велик.

Таким образом практика одновременно и заставляет и позволяет расширить тот интервал, в котором возможна укладка рельсов существующих профилей, за счет доведения растягивающих напряжений до того предела, который допускается для сжатия, т. е. до 2500 *кг/см²*.

При этом нужно иметь в виду, что допускаемое напряжение меньше временного сопротивления и что наблюдающиеся разрывы стыков происходят, вероятно, при напряжениях, превышающих 2500 *кг/см²*. Кроме того нередки случаи, когда при хорошо выполненной сварке, разрыв рельса происходит в промежутке между стыками, так что не всегда сваренный стык является наиболее слабым местом рельса.

На основании этих соображений на графики нанесена вторая (верхняя) плюс-линия, соответствующая основному допускаемому напряжению на растяжение 2500 *кг/см²*. В соответствии с этим мы получаем температурные интервалы двух порядков: а) оптимальный—гарантирующий рельс и стык от разрыва; б) максимальный—при котором охлажденный и хрупкий металл рельса работает вблизи предела прочности на разрыв.

Изучение графиков дает возможность составить таблицу температурных интервалов, которая приводится ниже. Отклонение от установленного

График допускаемых температур укладки рельсов без зазоров l = 715 *мм*.

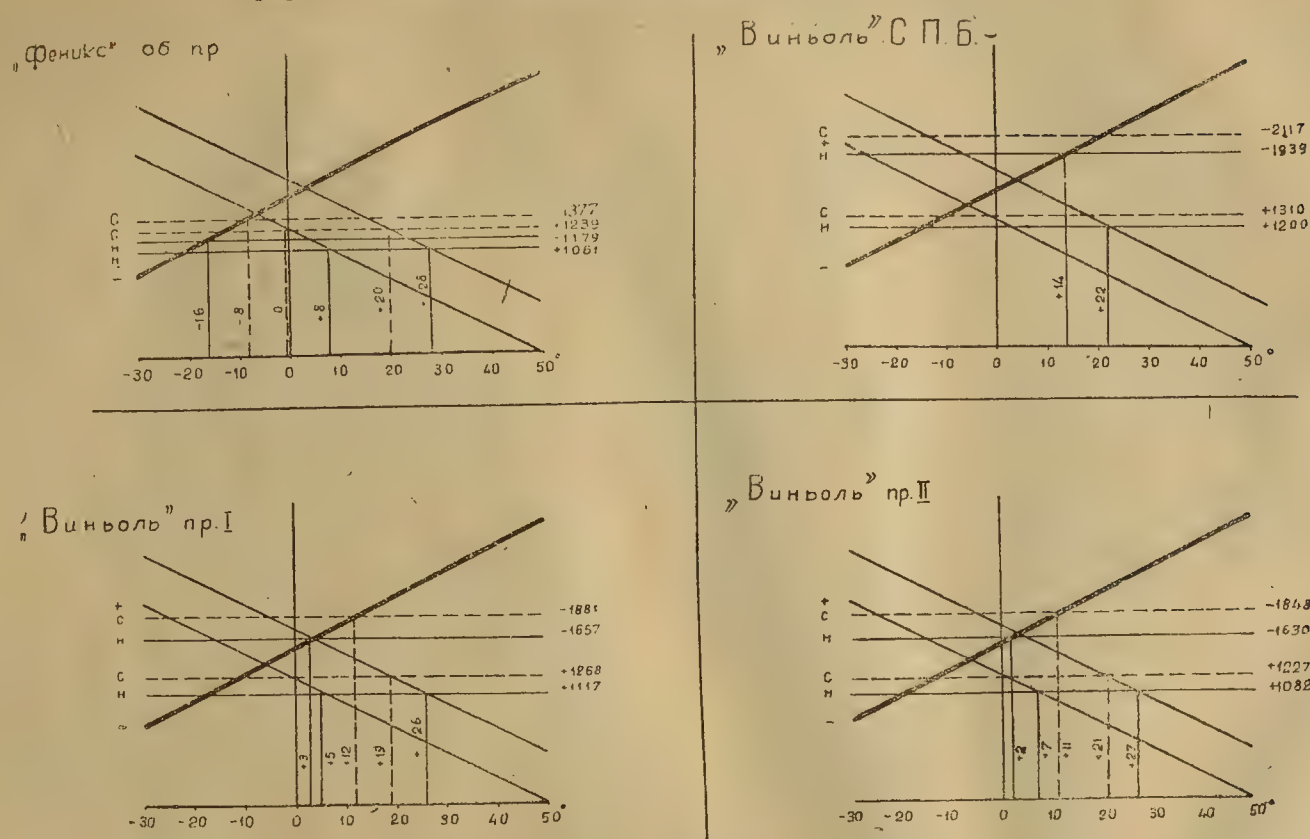


Рис. 7.

График допускаемых температур укладки рельсов без зазоров l = 675 *мм*.

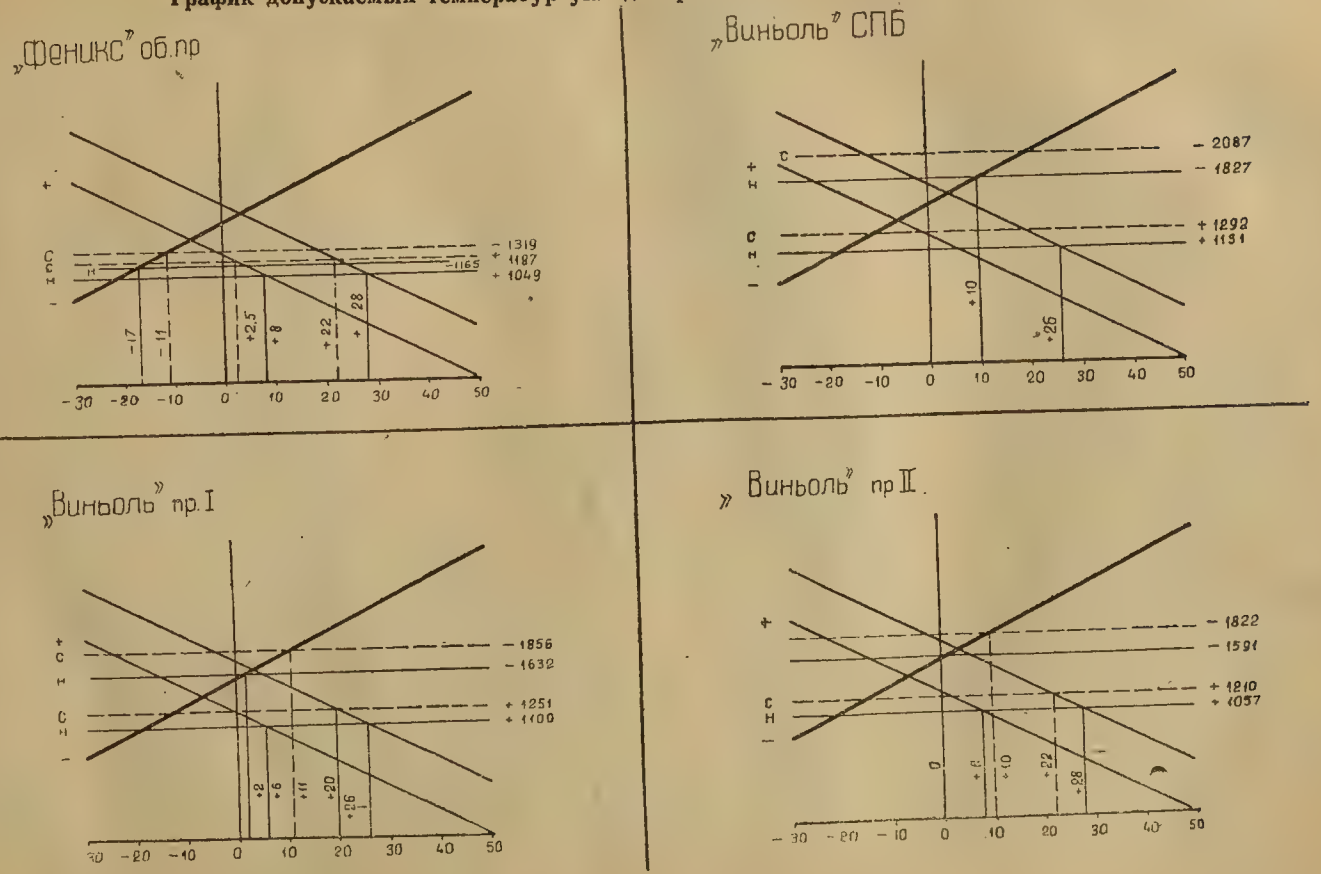


Рис. 8.

График допускаемых температур укладки рельсов без зазоров l = 600 *мм*.

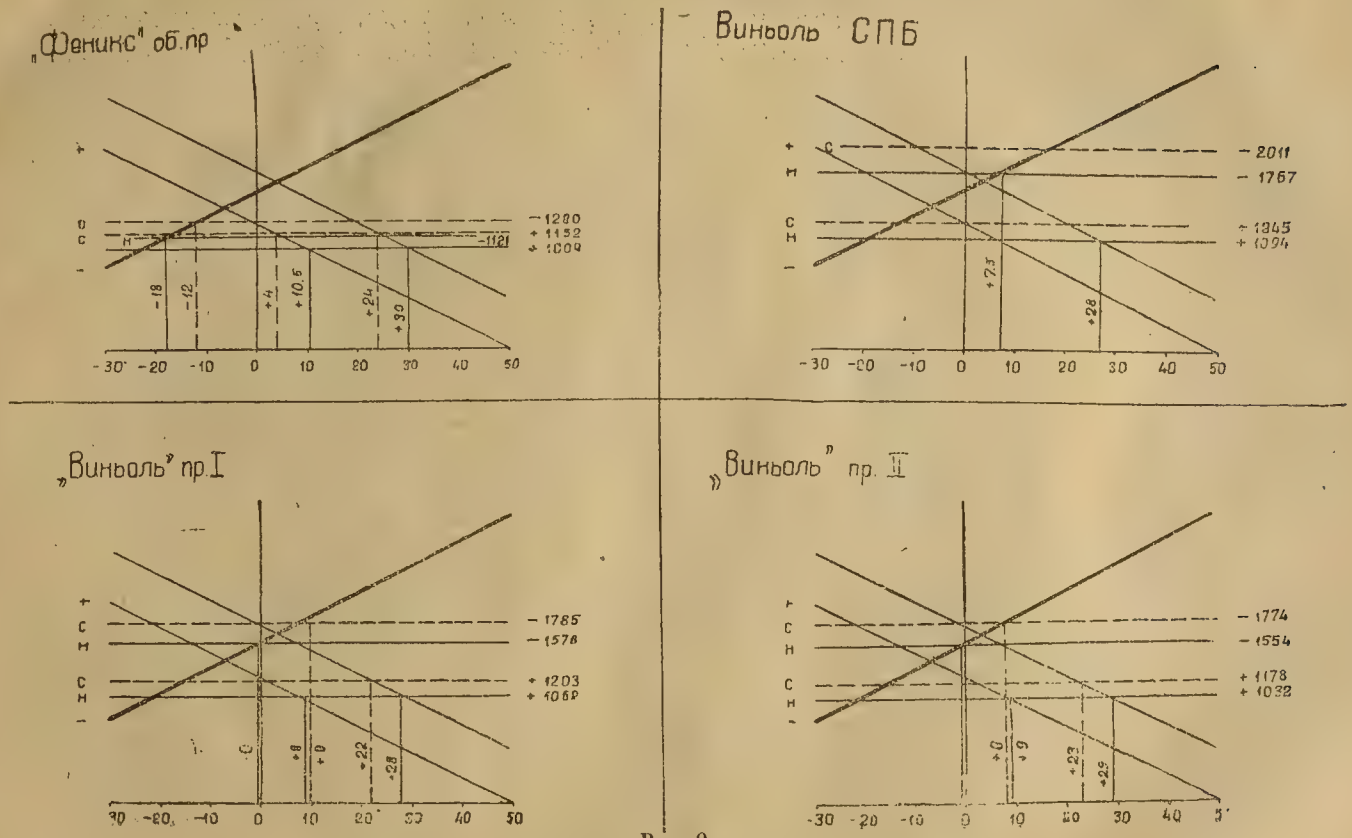


Рис. 9.

интервала вызывает перенапряжение, равное 25 *кг/см²* на каждый градус отклонения (см. табл. 10).

Таблица 10

Максимальные интервалы температур, при которых допустима укладка без зазоров в стыках рельсов с максимальным допускаемым износом 18 *мм*

Тип рельса	$l = 715$ *мм*				$l = 675$ *мм*				$l = 600$ *мм*			
	норм. гр.		слаб. гр.		норм. гр.		слаб. гр.		норм. гр.		слаб. гр.	
	н.	в.	н.	в.	н.	в.	н.	в.	н.	в.	н.	в.
Фен. об. пр. . .	−16	+28	−8	+20	−17	+28	−11	+22	−18	+30	−12	+24
Вин. СПБ	+14	+22	—	—	+10	+26	—	—	+7.5	+28	—	—
Вин. тр. пр. I . .	+3	+26	+12	+19	+2	+26	+11	+20	0	+28	+9	+22
Вин. тр. пр. II . .	+2	+27	+11	+21	0	+28	+10	+22	−1	+29	+8	+23

Примечание: «н» — нижний предел,
«в» — верхний предел.

Таблица 11

Оптимальные интервалы температур, при которых наиболее желательна укладка без зазоров в стыках рельсов с максимальным допускаемым износом 18 *мм*

Тип рельса	$l = 715$ *мм*				$l = 675$ *мм*				$l = 600$ *мм*			
	норм. гр.		слаб. гр.		норм. гр.		слаб. гр.		норм. гр.		слаб. гр.	
	н.	в.	н.	в.	н.	в.	н.	в.	н.	в.	н.	в.
Фен. об. пр. . .	−16	+8	−8	0	−17	+8	−11	+2,5	−18	+10,5	−12	+4
Вин. СПБ.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Вин. тр. пр. I . .	+3	+5	—	—	+2	+6	—	—	0	+8	—	—
Вин. тр. пр. II . .	+2	+7	—	—	0	+8	—	—	—	+9	—	—

Все приведенные в таблицах температуры представляют собою температуры рельса, а не воздуха, причем для перехода от последних к первым можно пользоваться следующими формулами, приведенными в упоминавшейся выше статье инж. Крачковского для незамощенных путей;

I) при пасмурной погоде или ночью $t_p = t_в$.

II) днем при переменной облачности

$$t_p = t_в + 6{,}5 \sqrt{\tau (13 - \tau)},$$

III) днем при ясной солнечной погоде

$$t_p = t_в + 13° \sqrt{2\ (13 - \tau)}, \text{ где}$$

t_p — температура рельса,

$t_в$ — температура воздуха,

τ — время дня по солнцу.

Из двух знаков перед членом в скобках знак (—) относится к значениям $\tau < 13$ ч., а знак (+) к $\tau > 13$ час., так что третий член формулы II и III всегда отрицательный, а в частном случае, при $\tau = 13$, обращается в нуль[1].

[1] ЦКПС принимает температуру рельса равной температуре верхнего слоя балласта.

Сравнение полученных данных показывает, что только для рельса типа Феникс об. проф. получается, как при нормальном, так и при слабом грунте, хороший максимальный интервал температур и почти удовлетворительный, с точки зрения требований практики, оптимальный интервал. При сварке рельсов Феникс зимою, весною и осенью в любое время дня, а летом — ночью, возможность разрыва сваренных стыков этого типа рельса почти целиком устраняется, и он может быть принят, как нормальный тип, пока не будут разработаны другие типы, может быть более рациональные, но имеющие не меньшую, а то и большую мощность.

Рельс типа Виньоль СПБ можно укладывать при допущении износа на 18 *мм* исключительно на нормальном грунте и только летом, исключая наиболее жаркие часы дня. При этом его сваренные стыки зимой перенапрягаются. На слабом грунте Виньоль СПБ, при необходимости довести его износ до 18 *мм*, не может быть уложен ни при какой температуре, ибо он оказывается перенапряженным уже при малых отклонениях его температуры от температуры укладки, настолько велики в нем напряжения от действия нагрузки.

Для того, чтобы рельс Виньоль СПБ можно было бы уложить на слабом грунте при $l = 600$ *мм*, хотя бы в интервале от $+14$ до $+22$ (как при нормальном грунте и $l = 715$ *мм*), необходимо, чтобы сжимающие напряжения в нем от действия нагрузки не превышали

$$\frac{1900}{1{,}65} = 1150 \text{ кг/см}^2, \text{ где } 1{,}65 \text{ — коэфициент динамики.}$$

Для этого он должен обладать моментом инерции, определяемым по формуле

$$J = \frac{dP}{4\sigma} \sqrt[3]{\frac{dPE}{u\sigma}}, \text{ где}$$

P — нагрузка на колесо в *кг*,

t — расстояние от нейтральной оси до головки рельса, причем $d \approx \cos t = 10$ *см* для данного типа рельса.

Подставляя численные значения, получим:

$$J \sim \frac{10 \cdot 6275}{4 \cdot 1150} \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 6275 \cdot 21 \cdot 10^5}{55 \cdot 1150}} = 13{,}64 \quad 128 = 1746 \text{ см}^4, \text{ что равносильно}$$

допущению износа не на 18 *мм*, а только на 15 *мм*, $Wu = 268{,}6$ *см*^{3}, $\sigma_u = 1235$ *кг/см*^{2}.

Для этого последнего износа $W_0 = 174{,}6$ *см*^{3}, а верхний предел максимального температурного интервала равен $+21°$C.

Спроектированные проф. Каменским профиля специального рельса (Виньоль пр. I и II) дают почти одинаковые температурные интервалы с отклонением $1-2°$, допускают укладку на нормальном грунте при температурах не ниже $0°$ и не выше $+29°$, т. е. в условиях, наиболее часто встречающихся на практике; при температуре рельса перед сваркой не выше $8-9°$ дают гарантию прочности сваренного стыка. На слабых грунтах эти рельсы могут укладываться только в теплое время года, так как нижний предел лежит около $+8-9°$, не давая гарантии целости сваренного стыка.

4. Нормальные поперечные профиля городских трамвайных линий

а) Выбор конструкции основания

На основании приведенного выше анализа можно указать нормальные типы верхнего строения, которые являются наиболее рациональными как с технической, так и с экономической точек зрения (см. табл. 12).

Таблица 12

Нормальные типы верхнего строения трамвайного пути в замощенных улицах

Род грунта	Тип рельса	Расстоян. между осями шпал в *мм*	Толщина балласта в *см*	Допускаемый интервал температур укладки				Род балласта	Допускаемый износ рельса в *мм*
				Оптим.		Максим.			
				от	до	от	до		
Слабый	Фен. об. пр. .	600	20	−12	+4	−12	+24	Щебень	18
Нормальный	Фен. об. пр. .	600	20	−18	+11	−18	+30	„	18
	Вин. тр. проект I или II .	600	20	0	+8	0	+28	„	18

Предельные температуры укладки относятся к температурам рельса, которые получаются из измеренных температур воздуха путем вычисления по формулам, приведенным выше.

Таблица балластного слоя при рельсах «Феникс» увеличена на 2 *см* и принята равной 20 *см*, как и при рельсах «Виньоль трамв.», для возможности замены одного профиля рельса другим без переделки основания

В зависимости от тех или иных частных случаев практики, как например: отсутствие достаточного количества шпал, неимение рельсов нужного профиля и т. п., возможно применение и других типов. При выборе последних обязательно должны быть соблюдены требования нормального давления на грунт и условия укладки в определенном температурном интервале; варианты решения этой задачи должны быть выбраны по графикам и таблицам, анализ которых был дан выше. Этот же анализ дает качественные и отчасти количественные указания относительно характера тех нежелательных дефектов в работе, которые возникнут при укладке пути с отступлением от выведенных норм.

Сложность и неудобства производства путевых работ, связанных со вскрытием мостовой, заставляют применять в замощенных укладках мощные профиля рельсов, рассчитанные на длительный срок службы в условиях совместного действия напряжений от нагрузки и от температуры.

Ремонт открытых (незамощенных) путей с выделенной для движения полосой устраняет большие, для трамвая бесполезные расходы по разборке мостовой с последующим замощением и перемощением. Вместе с тем открытый путь допускает более высокую скорость поездов и не стесняет движения всех видов безрельсового транспорта и пешеходов, создавая условия значительной безопасности движения. Кроме того, открытый путь, хотя бы и частично сваренный в стыках, но имеющий между отдельными сваренными плетями рационально выбранные зазоры в стыках, испытывает напряжения, возникавшие в результате температурных воздействий

на рельс, в значительно пониженной степени, что несколько повышает срок службы рельса.

Все эти обстоятельства устраняют, в отношении открытых путей, необходимость стремиться к максимальному практически увеличению срока службы рельса путем повышения его мощности. Допуская более частую смену рельсов в открытых укладках, можно удовлетвориться меньшим допускаемым износом рельса и применять рельсы малой мощности—нормальных железнодорожных профилей. Впоследствии этот вопрос может быть пересмотрен в связи с проблемой о сварке стыков в открытых путях и решен исключительно с точки зрения технической и экономической целесообразности.

При этом условии мы можем произвести выбор типа верхнего строения (см. табл. 13).

Таблица 13[1]

Нормальные типы верхнего и нижнего строений открытых трамвайных путей с выделенной для движения полосой [2]

Тип рельса	Длина шпалы в *мм*	Расстоян. между осями шпал в *мм*	Толщина балласта в *см*	Вид балласта	Допускаемый износ рельс в *мм*	На каком грунте может быть применен
Виньоль IIа .	2450	600	25	Щебень	9	Норм. и слабый
Виньоль IIIа .	2450	600	30	„	9	Нормальный

При сварке в одну плеть трехрельсовых звеньев, в результате температурных колебаний в рельсах возникают дополнительные напряжения порядка 500 *кг/см*². Поэтому, если предполагается осуществление частичной сварки стыков, следует выбирать такие типы верхнего строения, в которых напряжение в рельсе от нагрузки не превышает 2000 *кг/см*².

Указанные в таблице типы позволяют сваривать вместе по 3 звена. Так как рельс Виньоль III-а даже при расстоянии между осями шпал $l = 600$ *мм* дает при слабом грунте напряжение от нагрузки 2350 *кг/см*², то применение его при производстве частичной сварки стыков ограничено областью нормальных грунтов.

Что касается вариантов типа верхнего строения, менее рациональных, чем указанные в предлагаемой таблице, но вообще говоря, возможных, то при выборе того или иного из них надлежит руководствоваться таблицами и графиками упомянутой выше работы, а также соображениями о возможности или невозможности применения частичной сварки стыков, исходя из величины максимального напряжения, возникающего в рельсах от нагрузки при данной конструкции верхнего строения.

6) Элементы нормального поперечного профиля трамвайного пути

Открытый путь. Полоса, выделенная из общей ширины улицы для пропуска трамвайных поездов по открытым путям, распадается на 3 зоны, несущие специфические функции:

[1] Нормальные типы выбраны с учетом вышеприведенных факторов.

[2] Данные взяты из работы инж. Граве «Временные нормальные типы верхнего и нижнего строения трамвайных путей пригородных линий»—ЛНИИКХ 1932 г.

1) зона, непосредственно предназначенная для пропуска подвижного состава;

2) свободные обочины с обеих сторон каждого пути для окучивания собранного с путей снега и для складывания путевых материалов;

3) устройство, ограждающее выделенную полосу от замощенных проезжих частей улицы или от бульваров с пешеходным движением.

Вопрос о ширине выделенной полосы приходится решать различно в зависимости от того, в каких условиях проектируется улица: в незастроенной местности или в местности с уже существующей застройкой. В последнем случае расстояние между линиями застройки ограничивает ширину выделенной полосы и, в отдельных случаях, может совершенно исключить возможность укладки открытых путей.

При устройстве пути в районе существующей застройки предполагается, что ширина выделенной полосы имеет такую величину, что внеш-

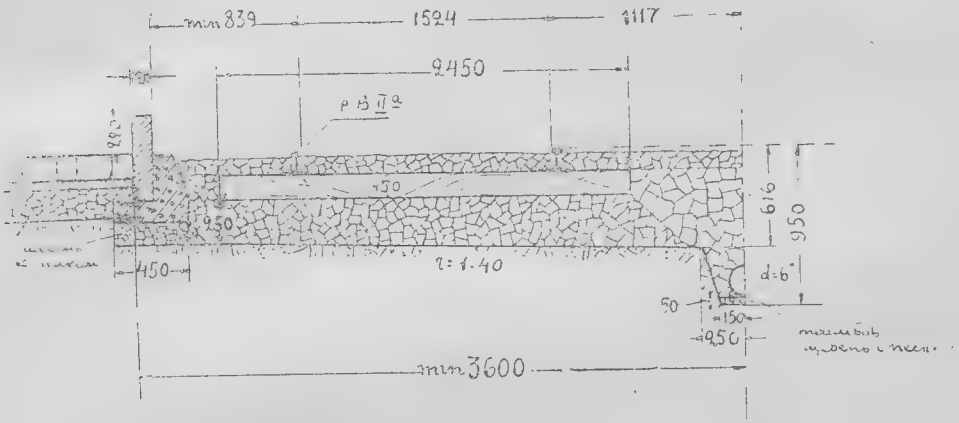


Рис. 10. Нормальный поперечный профиль открытого трамвайного пути с выделенной для движения полосой на улицах, сильно стесненных застройкой.

ние обочины путей не могут быть использованы для складывания каких-либо материалов и могут быть использованы для устройства только каменного поребрика (рис. 10). В этом случае Ленинградтрамвай принимает ширину выделенной полосы от 7,1 *м* до 7,3 *м* при широком междупутьи. Германская практика дает величину от 7 *м* (Мюнстер в Вестфалии) до 7,6 *м* (Берлин).

Для установления минимальной нормальной ширины полосы открытых путей на прямом участке будем исходить из зазора между габаритом трамвайного вагона и внутренней гранью поребрика, принимая его равным 300 *мм*. При ширине поребрика поверху в 120 *мм*, принятый зазор устраняет возможность касания вагона и автомобиля, с л у ч а й н о прижавшегося колесом к наружной грани поребрика, так как обычно кузов автомобиля не выступает за наружную поверхность колеса более чем на ширину поребрика (120 *мм*). Таким образом, если проезжая часть рядом с выделенной полосой предназначена для пропуска по преимуществу пассажирских машин, имеющих, как правило, малые вылеты кузовов, принятый зазор может быть признан достаточным, как аналогичный допускаемому нормами ВТАБ зазору между кузовами 2 трамвайных вагонов при проходе по кривым, тем более, что прижатие автомобиля к поребрику нужно рассматривать, как явление исключительное.

Что касается другого фактора, влияющегося на ширину выделенной полосы, а именно — относительного расположения трамвайных путей в плане, то поскольку в данном случае речь идет о путях, уложенных в пределах города и связанных с узловыми устройствами, приходится считаться с той величиной междупутья, которая положена в основу построения эпюр узлов. Для открытых путей целесообразно применение широкого междупутья как в интересах получения достаточного места для окучивания снега или складывания путевых материалов, так и в связи с тем, что большинство трамвайных узлов Ленинграда строится на основе широкого междупутья для обеспечения пропуска по кривым частям узлов четырехосных вагонов с габаритом $2{,}6 \times 15$ *м*. На этом основании будем исходить из существующей величины междупутья для открытых путей 2234 *мм*.

Тогда при ширине колеи 1524 *мм* и габарите вагона 2600 *мм* минимальная ширина выделенной полосы будет (рис. 10)

$$2234 + 2 \times 1{,}524 + 2 \times 0{,}5\,(2600 - 1524) + 2 \times 300 + 2 \times 120 = 7198 \approx 7200 \text{ мм}.$$

Если вдоль трамвайной полосы предполагается пропуск грузовых машин, зазор между кузовом вагона и внутренней гранью поребрика должен быть увеличен вследствие возможно большего выступания кузова или, главным образом, нагрузки автомобиля за наружное вертикальное ограничение колеса.

Разнообразие типов машин, которые обращаются и могут обращаться в Ленинграде, а также различие грузов и способов их размещения на автомобиле, позволяют решить эту задачу вполне удовлетворительно статистическим путем. В Берлине (по данным 1928 г.) в условиях обращения в городе 66000 моторных экипажей, допускается минимальная ширина выделенной полосы при широком междупутьи в 7600 *мм*. Это позволяет считать, что ширина 7600 *мм* является достаточной в стесненных условиях и при большом движении автомашин различных марок. При выбранной ширине зазор между габаритом вагона и внутренней гранью поребрика составляет 475 *мм*.

При данных: полной ширине полосы, длине шпалы и расположении путей в плане все остальные поперечные размеры получаются автоматически (см. рис. 10). Для увеличения сопротивления бетонного основания поребрика на опрокидывание и сдвиг при возможной выемке прилегающего к нему щебня, подошва основания уширена до 540 *мм* и покоится (для получения большого трения) на слое щебня с песком. Добавка песка предусмотрена для затруднения проникания воды под основание поребрика.

Переход от минимального варианта ширины выделенной трамвайной полосы к максимальному осуществляется путем добавления зеленых насаждений и увеличения обочины между внутренним поребриком зеленой полосы и рабочим кантом ближайшего рельса. Ширина обочины в этом случае доводится в практике Лентрамвая до величины 1259 *мм*, вполне достаточной с эксплоатационной точки зрения, так как при выступании габарита вагона за рабочий кант головки рельса на $^1/_2$ $(2600 - 1524) =$ 538 *мм*, между зеленой полосой и габаритом вагона остается 721 *мм*.

В предлагаемом нормальном поперечном профиле (см. рис. 11) ширина обочины принята равной 1259 *мм*, а общая ширина полосы между газонами 7800 *мм*; размеры эти близко подходят к нормам Лентрамвая. Зеленые насаждения расположены по бокам выделенной полосы. Озеленение всей полосы было бы целесообразно как с санитарно-гигиенической, так и с эстетической точек зрения, но от проведения этого мероприятия в ряде случаев приходится отказываться, так как оно вызывает затруднение ремонта пути, загрязнение частицами растительного

грунта балласта, понижение вследствие этого его дренирующих свойств и более быстрое гниение шпал.

Ширина зеленой полосы, включая и ограждающие ее поребрики, может быть принята, как минимум, равной 900 *мм*. Правда, при этой ширине зеленое окаймление не имеет достаточной силы, представляя 2 узкие ленты вдоль широкой полосы щебня. Однако, если по местным условиям эта ширина не может быть увеличена, отказываться от зеленых насаждений не следует.

При этой ширине нужно стремиться использовать ее для посадки не только трав, но и кустарника, который в зимнее время, работая подобно сквозному снеговому щиту, будет в известной мере защищать путь от действия низовой метели (поземка), а летом будет уменьшать количество попадающей на путь уличной пыли. При ширине зеленой полосы в 900 *мм* общая ширина выделенной полосы получается равной 9600 *мм* (см. рис. 11).

При благоприятных условиях необходимо увеличить ширину зеленой полосы по крайней мере до 1500 *мм* с каждой стороны. При этом условии зеленая площадь составит около 40% площади щебня.

Для улучшения внешнего оформления верхний слой щебня возможно делать из цветных пород. Менее желательно применять для этой цели доменные шлаки, которые, благодаря стекловидному излому, обладают большой отражательной способностью и поэтому будут сильно утомлять глаза вожатого. Следует также избегать слишком светлые цвета, как легко загрязняющиеся.

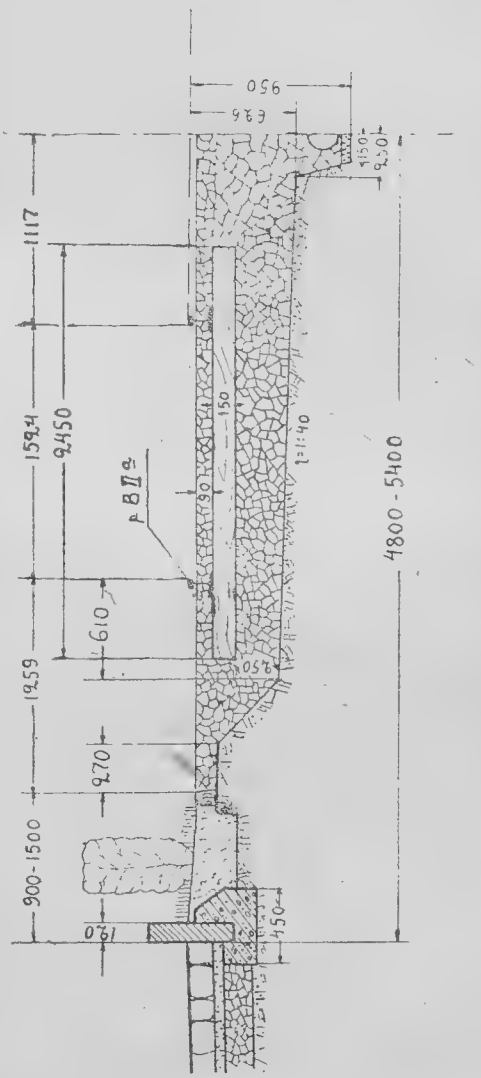


Рис. 11. Нормальный поперечный профиль открытого трамвайного пути с выделенной для движения полосой при широких улицах.

Полная ширина выделенной полосы, при ширине зеленых полос по 1500 *мм* каждая, оказывается равной 10,8 *м*. Немецкие нормы дают, как достаточную величину 8,35 *м*, однако этот размер не может иметь для нас решающего значения, как продиктованный характерной для старых немецких городов чрезмерной плотностью застройки и узостью улиц.

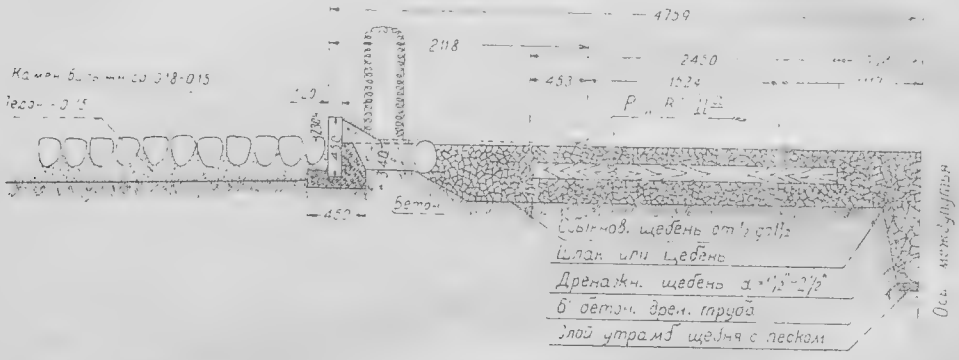
На рис. 12 приведен один из поперечных профилей открытого пути Лентрамвая, в том виде, как он существовал до 1934 г., т. е. до IV Всесоюзного трамвайного съезда.

Сравнивая его с предлагаемыми нормальными профилями, можно заметить следующие отклонения их от существующей практики:

1) расстояние между осями шпал в путях ленинградских железных дорог составляет 675 *мм* при рельсах типа Виньоль как II-а так и III-а; нормальные профиля дают $l = 600$ *мм*;

2) существующая толщина балласта равна 150 *мм*; нормальные профиля предлагают вдвое большую толщину — 300 *мм* для Виньоль III-а и 250 *мм* для Виньоль II-а;

3) наружный откос котлована путей является чрезмерно пологим: принятие его в нормальных профилях увеличило бы ширину выделенной полосы и расход щебня. Следует принять большую крутизну откоса без ущерба для устойчивости земляной массы, которая гарантирована от избыточного увлажнения (опасного для устойчивости) в силу следующих причин:



Расстояние между осями шпал $l = 645$ мм.

Рис. 12. Поперечный профиль открытого трамвайного пути в Ленинграде.

а) вода, выпавшая на проезжей части, скатывается в сторону от выделенной полосы,

б) вода, выпавшая в области зеленых насаждений, задерживается там же вследствие большой влагоемкости растительного грунта.

в) вода, выпавшая непосредственно над откосом, быстро отводится дренажем основания [1];

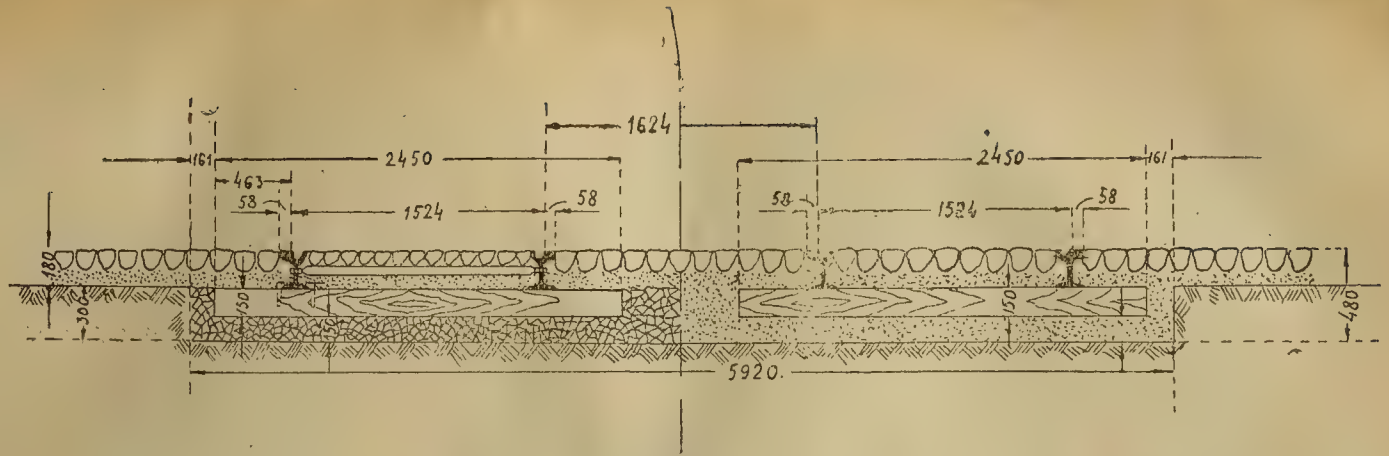
4) расстояние по горизонтали от наружного торца шпалы до нижней точки откоса земляного котлована, принятое в нормальном профиле, может быть мотивировано следующими соображениями. Необходимо, чтобы кривая давления, передаваемого балластом, достигала земли на глубине, не меньшей, чем та, которая соответствует допускаемому давлению на грунт. Эта точка и может быть принята за основание откоса.

Принимая, вследствие однородности материала балласта, что давление в нем распределяется от торца шпалы в плоскости нормальной оси пути по тому же закону, что и в плоскости, параллельной оси пути, подсчитаем на какое расстояние отклонится от вертикали, проходящей через торец шпалы, кривая давления на глубине, равной толщине балласта, т. е. 30 *с.м.*

Имеем по формуле площади передачи давления

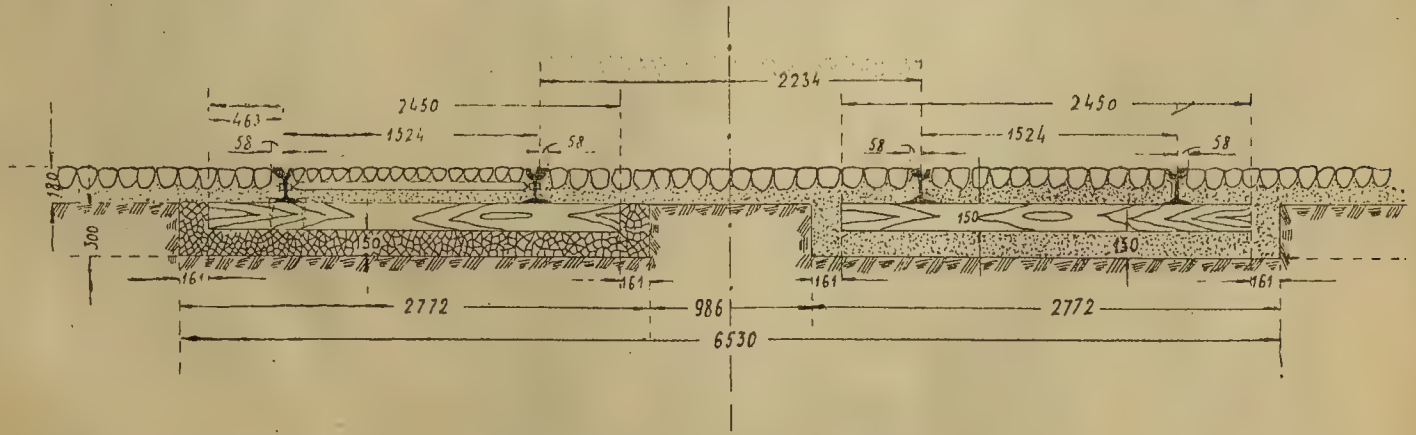
$$S = \frac{bl_0 + h^2}{l_0}$$

[1] VI Всесоюзный трамвайной съезд допустил вертикальную стенку котлована открытого пути.



Расстояние между осями шпал $l = 715$ мм.

Рис. 13. Поперечный профиль трамвайного пути в Ленинграде при узком междопутьи и булыжном замощении.



Расстояние между осями шпал $l = 715$ мм.

Рис. 14. Поперечный профиль трамвайного пути в Ленинграде при широком междопутьи и булыжном замощении.

При $l = 67{,}5$ *см* и $h = 30$ *см*

$$S = \frac{20 \times 47{,}5 + 30^2}{47{,}5} = 39 \text{ см}.$$

Отклонение кривой давления от вертикали

$$\triangle S = \frac{39 - 20}{2} = 9{,}5 \text{ см} \quad (20 \text{ см} — \text{ширина шпалы}).$$

При $l = 60$ и $h = 30$ *см*

$$S = \frac{20 \cdot 40 + 30^2}{40} = 42{,}5 \text{ см}; \quad \triangle S = \frac{42{,}5 - 20}{2} = 11{,}25 \text{ см}.$$

Таким образом, принятое в предлагаемом нормальном профиле расстояние 146 *мм* обеспечивает земляной откос котлована от перенапряжения. Выражение этого расстояния не в целых сантиметрах имеет целью округление одного из основных размеров—ширины всего котлована по дну.

Замощенный путь. По соображениям связи городских трамвайных путей с большим числом узловых устройств примем для профиля замощенного пути существующую в настоящее время в Ленинграде величину междупутья: 1624 *мм* для узкого и 2234 *мм* для широкого (см. рис. 13 и 14).

При этом условии, кроме разобранного раннее вопроса о толщине балластного слоя для оформления основных размеров нормального поперечного профиля остается решить только один вопрос—о полной ширине котлована для двойного пути.

В данном случае это сводится к установлению величины нормального зазора между торцом шпалы и стенкой земляного котлована.

Величина эта должна удовлетворять двум требованиям: 1) быть достаточной для возможного перемещения шпалы в сторону проезжей части при рехтовке пути и 2) обеспечивать стенку котлована от давлений, превышающих допускаемое.

Принятый Ленгипрамваем для целей рехтовки зазор в 161 *мм* является, очевидно, достаточным.

Отклонение от вертикали кривой давления на глубине 20 *см* при $l = 600$ *мм* составляет

$$S = \frac{20 \cdot 40 + 20^2}{40} = 30 \text{ см}; \qquad \triangle S = \frac{30 - 20}{2} = 5 \text{ см}.$$

Таким образом для возможности перемещения шпалы при рехтовке остается еще 11 *см*, следовательно, зазор в 161 *мм* является вполне приемлемым.

Таким образом, предлагаемые нормальные поперечные профили (см. рис. 15, 16 и 17) отличаются от старых профилей:

1) увеличенной толщиной балластного слоя.

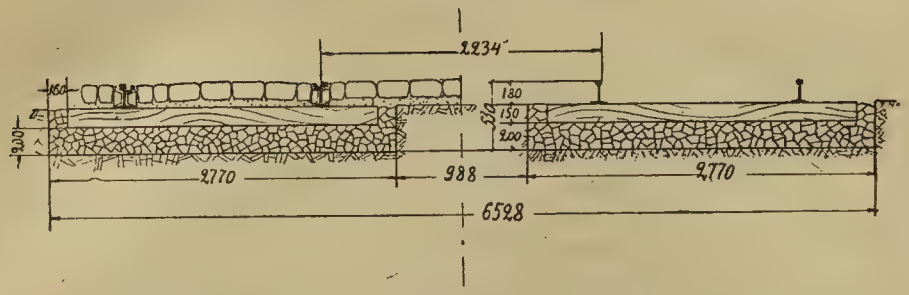
2) уменьшенным расстоянием между шпалами.

Эти изменения вытекают из приведенного выше расчета прочности.

Описанные нормальные профили приняты IV Всесоюзным трамвайным съездом в 1934 г.

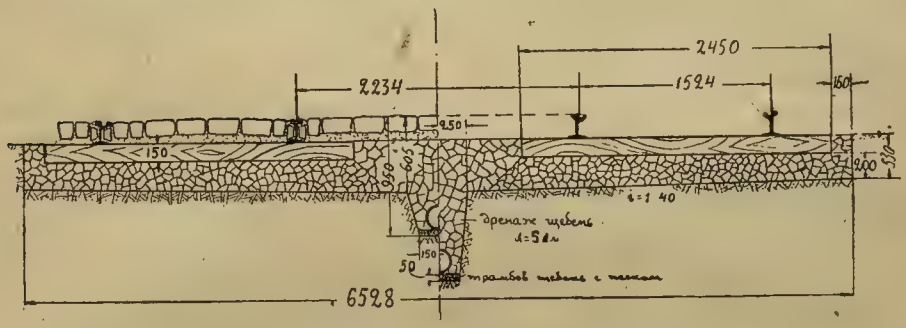
в) Выбор типа и расчет дренажа основания путей

Выбор типа и основных расчетных величин. Как показано ранее, дренаж основания является для рационально спроектированного и построенного трамвайного пути, существенно необходимым звеном. Даже при хо-



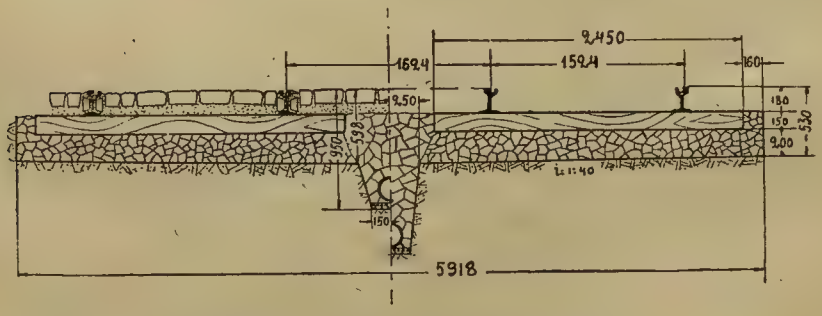
Расстояние между осями шпал $l = 600$ мм.

Рис. 15. Нормальный поперечный профиль замощенного трамвайного пути на самодренирующемся грунте.



Расстояние между осями шпал $l = 600$ мм.

Рис. 16. Нормальный поперечный профиль замощенного трамвайного пути при широком междопутьи.



Расстояние между осями шпал $l = 600$ мм.

Рис. 17. Нормальный поперечный профиль замощенного трамвайного пути при узком междопутьи.

рошо поставленном поверхностном водоотводе, устройство которого нужно признать обязательным как для замощенных, так и для открытых путей, значительное количество воды проникает в основание. Целью дренажного устройства является максимально быстрый отвод воды с той части поверхности грунта, на которую балласт передает давление, воспринятое рельсом от движущегося вагона. Этой цели наилучшим образом удовлетворяет продольный дренаж, при котором максимальная задержка воды в основании балластного слоя измеряется временем, необходимым для прохода половины ширины полосы двойного пути, если дренажная канава проложена по оси междупутья. При поперечном дренаже, устроенном по типу дренажных воронок шоссе и имеющем ряд последовательных выпусков в направлении, составляющем с осью пути угол, близкий к прямому, максимальное время нахождения частицы воды в основании балластного слоя определяется расстоянием между смежными выпусками. Поскольку в городских условиях невозможно произвольно уменьшать расстояния между выпусками, продольный тип дренажа имеет неоспоримое преимущество в отношении быстроты действия.

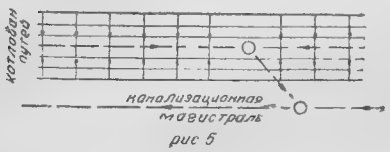


рис 5

Рис. 18.

Отвод воды продольным дренажем совершается, как известно, по следующей схеме (рис. 18).

Дренаж этого типа уложен в виде небольших участков на некоторых линиях ленинградского трамвая.

Проблема реконструкции пути требует применения дренажного устройства на всех участках, где грунт сам не может справиться с задачей отвода воды.

Исходя из применяемого типа, согласуя его основные размеры с техническими требованиями и реальными условиями работы, получаем нормальный тип дренажа путей, который явится составной частью нормального поперечного профиля пути.

Основной характеристикой дренажа является:

а) поперечный уклон земляного основания балластного слоя; б) расстояние от водораздельной точки до сборного колодца; в) продольный уклон дренажной канавы; г) дренажные трубы, их размеры, протяжение, а также их наполнение, расход воды и скорость ее протекания; д) поперечные профиля дренажной канавы по оси междупутья в водораздельной точке и в месте впуска в сборный колодец.

Стремление наилучшим образом удовлетворить требованию, чтобы дренаж не только вообще отводил воду от основания пути, но и делал это как можно быстрее, для уменьшения впитывания воды в грунт, необходимо особо подчеркнуть важность вопроса о поперечном уклоне основания балластного слоя в сторону дренажной канавы.

Германская практика принимает величину уклона от 3 до 4%. Ленинградский трамвай ограничивается уклоном 2,5%. По соображениям экономии щебня примем величину поперечного уклона, равной 2,5% ($^1/_{40}$), как минимум.

Для решения вопроса о прохождении воды через дренажное устройство, вообще, и в поперечном направлении в частности, необходимо знать: количество выпадающих осадков и водопроницаемость щебня.

Будем исходить из интенсивности ливня, равной 25 *мм*/час или 70 *л*/сек. на *га*[1]. Таким образом на 1 *кв. м* поверхности улицы выпа-

[1] Расчет канализации при постройки 1 очереди СПБ трамвая см. «Альбом исполнительных чертежей», т. III, П. 1909 г.

дает воды

$$\frac{0{,}07}{10000} = 7 \cdot 10^{-6} \ м^3/сек.$$

Мерой водопроницаемости является расход воды, приходящийся на единицу площади фильтрующего слоя при уклоне его, равном единице.

Так как при прочих равных условиях, расход воды пропорционален скорости ее протекания, то скорость эта также характеризует данную породу или материал в отношении водопроницаемости. Расход фильтрации в мелкозернистых грунтах учитывается по формуле Дарси:

$$Q = V \cdot \varphi \cdot \omega,$$

где Q — расход воды в $м^3$/сек, V — скорость в $м$/сек., ω — площадь фильтрующего слоя брутто, φ — коэфициент порозности, равный отношению объема пустот в данной породе к полному объему. Скорость V теоретически пропорциональна уклону $V = \kappa \cdot i$, причем коэфициент пропорциональности κ должен быть определен опытным путем.

Скорость протекания воды в трещиноватых породах значительно больше, чем в мелкозернистых и может достигать нескольких километров в сутки, тогда как суточная скорость в мелкозернистых грунтах измеряется сантиметрами или, в лучшем случае, метрами [1]. Для трещиноватых пород Дарси предлагает формулу

$$Q_1 = V \cdot \varphi \cdot \omega,$$

где $V = \kappa \sqrt{i}$.

Слой балластного или дренажного щебня можно уподобить пласту трещиноватой породы и отсюда исходить при установлении расчетных скоростей протекания воды. При уклоне пласта $i = 0{,}001$ эта скорость в трещиноватых известняках Ленинградской области составляет 25 $м$/час. [2] Принимая, что скорости в трещиноватых породах пропорциональны квадратным корням из уклонов, мы можем подсчитать, что при уклоне в 0,01

$$V = \frac{25 \cdot 1\,000 \cdot (0{,}01 : 0{,}001)}{60 \times 60} = 22 \ мм/сек.$$

Несомненно, что балластный, а тем более крупный дренажный щебень представляют собою фильтрующий слой гораздо менее уплотненный, а потому создающий меньшее сопротивление для движения воды, чем трещиноватые породы, длительно находящиеся в условиях естественного залегания, обычно под весьма большим давлением. Поэтому скорости прохода воды через щебень при $i = 0{,}01$ будет значительно больше величины $V = 22$ $мм$/сек., определенной для трещиноватого известняка. Однако, это справедливо для свеженасыпанного грохоченного чистого щебня. Проникание песчаных частиц или пыли в дренажную систему катастрофически быстро уменьшает ее пропускную способность.

На этом основании, учитывая возможность некоторого загрязнения дренажного устройства, мы должны исходить из некоторой, наперед заданной скорости движения воды, которая была бы меньше скорости в чистом щебне. Нам кажется, наиболее удобным положить в основу расчета скорость, равную указанной выше скорости фильтрации через трещиноватый известняк, поскольку она меньше возможных скоростей в других

[1] Генцев. Краткий курс водоснабжения.
[2] Там же

трещиноватых породах и, следовательно, соответствует случаю в известной мере затрудненной фильтрации.

Такой выбор является, конечно, условным и подлежит последующему уточнению путем наблюдений и опытов, но для цели создания временных типов он достаточен.

Итак, округляя в меньшую сторону, примем расчетную скорость движения воды через щебень равной 20 *мм*/сек. при уклоне в 1‰[1]. В первое время фактическая скорость будет превышать расчетную, на некоторой стадии загрязнения она достигнет предела и затем будет уменьшаться. Темп уменьшения пропускной способности дренажа будет зависеть как от начальных скоростей воды, так и от степени водонепроницаемости мостового покрова, совершенства поверхностного водоотвода и количества уличной пыли.

Установив таким образом значения основных расчетных величин, перейдем далее к самому расчету отдельно для открытого и замощенного пути.

Расчет пропускной способности дренажа. а) Открытый путь. Проверим дренаж открытого пути для максимального варианта ширины выделенной полосы (рис. 11). Ширина площади, собирающей ливневые осадки и отводящей их в дренажное устройство, составляет в этом случае $2 \cdot 3{,}9 = 7{,}8$ *м*.

Для стока в поперечном направлении при уклоне $i = 2{,}5‰$.

$$v = 20\sqrt{2{,}5} = 20 \cdot 1{,}58 \approx 32 \text{ мм/сек.} = 0{,}032 \text{ м/сек.}$$

Коэфициент порозности щебня $\varphi = 0{,}3$.

Количество воды, которое выпадает на 1 пог. *м* пути от внешней границы полосы щебня до оси междопутья—

$$Q = 7 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}9 = 273 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3\text{/сек.}$$

Решая уравнение $Q = v\varphi\omega$ относительно ω, найдем $\omega = \frac{Q}{v\varphi}$ или после подстановки известных значений величин:

$$\omega = \frac{273 \cdot 10^{-7}}{32 \cdot 10^{-4} \cdot 3} \approx 0{,}003 \text{ м}^2.$$

Так как рассматриваемый участок имеет длину 1 *м*, то высота слоя стекающей по дну котлована воды будет составлять всего только 3 *мм*. Большая толщина балласта, обусловленная расчетом прочности грунта, дает в отношении дренажа большой запас водопропускной способности; частица воды, выпавшая на внешней границе котлована, попадает в отводящую канаву менее чем через 2 минуты.

Переходим к проверке стока в продольном направлении. Величина водосборной площади, приходящейся на один самостоятельный участок продольной дренажной канавы, т. е. участок, имеющий уклон в одну сторону, зависит от длины этого участка.

Так как расстояние между двумя колодцами канализационной сети обычно не превышает 60 *м*, то делая между ними один перелом дренажной канавы (в целях уменьшения объема земляных работ), получим длину отдельного участка в 30 *м*. Если столбы воздушной электрической сети расположены в междопутьи, длина участка может достигать расстояния между столбами, т. е. 35 *м*. Учитывая возможность несимметричного расположения водораздельной точки в связи с продольным уклоном пути,

[1] См. также М. Ф. Срибный. «Фильтрующие искусственные сооружения».

примем для случая, когда столбов в междопутьи нет, длину отдельного участка дренажной канавы, равной также 35 *м*.

В этом случае количество воды, которое пройдет через сечение канавы, ближайшее к сборному колодцу, составит:

$$Q = 35 \cdot 7{,}8 \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 1911 \cdot 10^{-6} \ м^3/сек.$$

Что касается продольного уклона дренажной канавы, то его величина (в Ленинграде) может не превышать 1%. При этом уклоне расчетная скорость фильтрации принята равной 20 *мм*/сек. Для пропуска максимального расхода воды канава должна иметь сечение

$$\omega = \frac{1911 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 3 \cdot 10^{-4}} = 0{,}319 \ м^2,$$

т. е. сечение размером $\sim 100 \times 32$ *см*.

Как видно из рис. 11, глубина канавы в 1 *м* равносильна установлению отметки дна впуска в колодец, равной почти 1,7 *м* ниже головки рельса. Трудно рассчитывать на возможность технически удовлетворительного примыкания дренажа к канализационной сети при столь глубоком вводе канавы в сборный колодец. С другой стороны такое понижение дна канавы сопряжено с большим перерасходом щебня.

Отметка дна впуска может диктоваться теми или иными местными условиями. Для целей расчета будем исходить из максимальной отметки 1200 *мм* ниже головки рельса, аналогичной принятой при укладке дренажей в Ленинграде, на пр. Карла Маркса. Тогда при длине канавы 35 *м* и уклоне $i = 1\%$ глубина канавы в водораздельной точке будет $1200 - 677 - 350 = 173$ *мм*.

Примем ее равной 150 *мм*, что будет соответствовать отметке впуска в колодец 1177 *мм* ниже головки рельса. Ширину канавы по дну возьмем 300 *мм*, что дает возможность укладки в случае надобности труб и обсыпки их щебнем.

Далее подсчитаем, на каком расстоянии от водораздельной точки сечение окажется недостаточным для пропуска воды.

1 пог. *м* пути собирает воды

$$q = \frac{7{,}8 \cdot 0{,}025}{3600} = 0{,}000054 \ м^3/сек.$$

Сечение канавы в водораздельной точке $\omega_0 = 0{,}15 \cdot 0{,}3 = 0{,}045 \ м^2$.

Сечение канавы в расстоянии l от водораздельной точки

$$\omega_1 = 0{,}3\,(0{,}15 + 0{,}01\,l) = (0{,}045 + 0{,}003\,l) \ м^2.$$

Если l есть предельное расстояние сечения канавы, достаточного для пропуска воды от водораздельной точки, то существует следующая зависимость:

$$ql = \varphi\, v\, \omega_1$$

или

$0{,}000054\,l = 0{,}3 \cdot 0{,}020 \quad (0{,}045 + 0{,}003\,l); \quad 54\,l = 270 + 18\,l; \quad 36\,l = 270;$
$l = 7{,}5$ *м*.

Такой же подсчет для минимального варианта ширины выделенной полосы (рис. 10) дает значение $l = 9$ *м*.

На этом основании теоретически можно не укладывать дренажные трубы ранее, чем с определенного таким образом расстояния l от водораздельной точки.

Практически, учитывая возможность загрязнения щебня уличной пылью и уменьшения вследствие этого скорости фильтрации, более целесообразно будет уложить дренажные трубы на всем протяжении.

Что касается скорости протекания воды в трубах, то определим ее по графикам, составленным на основании старой формулы Куттера

$$v = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}\sqrt{Ri},$$

где m принимается равным 0,35 [1].

Расход воды в трубе перед впуском в колодец равен

$$0{,}000054 \cdot 35 = 0{,}00189 \ м^3/сек. \approx 1{,}9 \ л/сек.;$$

труба 150 *мм* при уклоне 1% и полном наполнении пропускает 12 *л*/сек., фактически же расход через нее составляет в нашем случае лишь 16% этого количества. При этом наполнение трубы равно 27% по высоте сечения, а скорость 0,47 *м*/сек.

При применении 125 *мм* трубы скорость будет равна 0,48 *м*/сек. при наполнении 36%. Так как скорости, а следовательно и шансы на загрязнение, в обоих трубах почти одинаковы, то лучше применять 150 *мм* трубу, как дающую больший запас сечения на случай его загрязнения.

б) Замощенный путь. Примем, как обычно, что при наличии булыжного замощения путей или иного замощения, но с растроенными швами, 50% выпадающих атмосферных осадков просачивается и попадает в основание трамвайных путей.

Приведенный выше расчет водоотвода для открытого пути показывает, что проверка на сток в поперечном направлении, как дающая, в худшем случае, вполне удовлетворительный результат, в данном случае не требуется.

Для случая широкого междопутья проверка на сток в продольном направлении дает следующие результаты.

1 пог. *м* пути собирает

$$\frac{6{,}4 \cdot 0{,}025}{3600} = 0{,}000044 \ м^3/сек.$$

В основание просачивается половина этого количества, т. е.

$$q = 0{,}000022 \ м^3/сек.$$

По формуле $ql = \varphi v \omega$ найдем

$$\omega = \frac{0{,}000022 \cdot 35}{0{,}3 \cdot 0{,}02} \approx 0{,}13 \ м^2.$$

Приращение площади сечения канавы, благодаря 1% уклону ее, составляет при ширине канавы 30 *см*

$$0{,}3 \cdot 0{,}35 = 0{,}105 \ м^2.$$

необходимое сечение канавы в водораздельной точке

$$\omega_0 = 0{,}130 - 0{,}105 = 0{,}025 \ м^2,$$

необходимая глубина

$$h_0 = \frac{0{,}025}{0{,}3} = 0{,}08 \ м.$$

[1] Гюрхнер и Бенцель. «Канализация городов». 1931 г.

Произведем проверку на необходимость укладки труб

$0{,}000022\,l = 0{,}3 \cdot 0{,}020 \quad (0{,}024 + 0{,}003\,l); \qquad 22\,l = 144 + 18\,l; \qquad 4\,l = 144;$
$l = 36\,м.$

Таким образом укладку труб при замощенных путях и длине отдельного участка дренажа, не превышающей 36 *м*, производить не требуется, если нет опасений о возможности загрязнения щебня проникающими в основание поверхностными водами. Поскольку однако такие опасения всегда могут возникнуть, лучше укладку труб производить, как это и делается в заграничной практике. Во всяком случае интересы благоустройства улицы и возможность создания дополнительной гарантии устойчивости мостовых должны превалировать над соображениями экономии труб.

Что касается путей с узким междупутьем, то размеры сечения канавы в водораздельной точке оставим те же для того, чтобы при возможном уширении междупутья не нужно было бы углублять канаву.

г) Меры борьбы с просадками мостовой

Просадки участков мостовой, расположенных над междушпальными ящиками, представляют обычное явление на линиях трамвая.

Причины этого вида расстройств пути кроются в следующем. Во-первых сила, воспринятая отдельным камнем от колеса движущейся повозки, передается песчаной подсыпке в виде сосредоточенной силы. Эта сила только в ранний период службы мостовой распределяется при помощи трения на достаточное число соседних камней, так что песчаная подсыпка сопротивляется распределенной нагрузке. С течением времени связь между отдельными камнями ослабевает, и песчаная подсыпка испытывает все более возрастающее давление, приближающееся по характеру к сосредоточенному. Если это давление встречает шпалу, камень сохраняет устойчивость, так как шпала распределяет воспринятое давление на большую площадь, а тонкий сильно уплотненный слой подсыпки под мостовую не имеет возможности заметно сжаться. Если же давление приходится на междушпальный ящик, или вообще, на балласт, то устойчивость камня будет зависеть от устойчивости балласта, находящегося под песчаной подсыпкой. Легкоподвижный песчаный балласт дает плохую гарантию устойчивости мостовой; щебеночный, допускающий почти втрое большее давление, будет поддерживать мостовую гораздо лучше. Это обстоятельство еще раз говорит в пользу применения щебеночного балласта, особенно при усовершенствованных типах мостовой.

Однако известны случаи просадки мостовой и при щебеночном балласте в трамвайных путях. Они вызываются тем, что мелкие песчинки с течением времени сравнительно легко проникают в крупные поры между щебенками, и мостовая садится. По этой причине при щебеночном балласте должны быть приняты меры к изоляции песчаной подсыпки под мостовую от балластного слоя. Укажем 4 метода решения этой задачи:

1) замощение междушпальных ящиков булыжной мостовой с расщебенкой; этот способ почти устраняет проникание песка вниз и создает весьма устойчивое основание, хорошо сопротивляющееся нагрузке от безрельсового транспорта; с другой стороны замощение междушпальных ящиков имеет достаточную водопроницаемость и не может вызвать застоя воды над шпалами; оно повышает также устойчивость всего пути в горизонтальном направлении, поэтому, при вскрытии в жаркую погоду поверхностной мостовой, путь со сваренными стыками будет меньше подвергаться боковым выпучиваниям;

2) заполнение междушпальных ящиков смесью известкового щебня с высевками и тщательное ее трамбование; заполнение образует некоторое подобие шоссейной коры и в американской практике дает хорошие результаты;

3) заполнение бетоном, также принятое в американской практике для шпало-бетонных оснований и усовершенствованных типов мостовой; при этом способе нужно предусмотреть уклон бетонного заполнения в сторону дренажного устройства и сквозные отверстия для отвода воды в дренаж;

4) перечисленные способы имеют большие достоинства, но связаны с крупными затратами. Если иметь в виду, главным образом, изоляцию песка мостовой от балласта, можно ограничиться поверхностной поливкой щебня холодными битумными эмульсиями, применяемыми в дорожном деле и годными для употребления при самых разнообразных условиях погоды[1]. Поверхности обработанного эмульсией слоя нужно придать уклон в сторону междопутья, с устройством в последнем выпусков в дренаж.

Наконец, в качестве меры, сильно способствующей сохранению устойчивости мостовой, нужно рекомендовать укатку механическим катком балластного слоя до укладки на нем шпал.

Заключение

Нормальные типы шпальных оснований в том виде, как они описаны выше, являются ответом на те запросы, которые предъявляют к трамвайному пути, с одной стороны, неуклонный рост движения по путям, а, с другой — прогресс уличного благоустройства и, в частности, развитие усовершенствованных типов мостовых.

Нормальный тип основания должен быть применен во всех случаях, когда это требуется соображениями прочности, т. е. при давлении на ось вагона порядка 12—12,5 *т*, независимо от типа замощения.

Этот же тип основания должен быть применен (это нужно особенно подчеркнуть) во всех тех случаях, когда к трамвайным путям примыкает усовершенствованная мостовая, даже в том случае, если приведенное давление на ось не достигает 12 *т*. В самом деле, если в первом случае решающими являются интересы прочности самого трамвайного пути, то во втором случае на первый план выступают интересы устойчивости мостовой. Для последней прогибы рельса под нагрузкой, а следовательно и амплитуда возникающих в рельсе колебаний имеют большее значение, чем величина напряжений в рельсе. Возможны случаи, когда напряжение в рельсе не превосходит допускаемого, а величина прогиба создает опасность для устойчивости мостовой. Это обстоятельство вытекает из теории расчета рельса. Ослаблению основания отвечает уменьшение коэфициента «*K*». При прочих равных условиях напряжение в рельсе изменяется обратно пропорционально первой степени «*K*», а прогиб — третьей степени. Поэтому, напр., для рельса Феникс, при увеличении расстояния между шпалами с 600 *мм* до 715 *мм*, напряжения увеличиваются всего на 5%, тогда как прогиб возрастает на 16,5%.

Эта, именно, сторона вопроса ставит в порядок дня проблему усовершенствованных типов основания — шпально-пакеляжного и шпально-бетонного хотя для максимальных давлений на ось усиленное шпально-щебеночное основание вполне удовлетворяет требованиям прочности.

---

[1] См. инж. К л ю г г е. «Постройка усовершенствованных дорог».

Естественно, что при наличии особых условий возможны отступления от описанного типа в сторону его ослабления с целью избежать непроизводительных затрат.

Так например, можно обойтись без дренажного устройства, если под балластным слоем залегают хорошие водопроницаемые грунты с низким стоянием грунтовых вод. На слабо загруженных линиях, имеющих второстепенное значение и проходящих в местах, где устройство усовершенствованных мостовых не является задачей ближайшего будущего, возможно применение балласта из крупного песка вместо щебня.

На путях служебного характера (парковые пути, грузоветки и т. п.), не связанных с усовершенствованными мостовыми и подвергающихся действию пониженных нагрузок (особенно парковые пути), основные размеры основания могут быть меньше, чем для нормальных пассажирских линий. Расстояние между шпалами и толщина балласта в этих случаях должны быть проверены расчетом, сообразуясь с фактической величиной приведенного давления.

Бесшпальные основания трамвайных путей и шпальные основания особых типов

1. Щебеночные основания

Нормальные типы шпальных оснований трамвайных путей предполагают увеличение толщины балластного слоя (18—20 *см*) при условии достаточного сближения шпал ($l = 600$ *мм*). При существующем расстоянии между осями шпал $l = 715$ *мм*, устойчивость пути на ленинградских грунтах может быть обеспечена лишь доведением толщины балластного слоя до величины порядка 25 *см*, и более, в зависимости от типа рельса.

При дальнейшем (теоретически) увеличении расстояния между шпалами необходимая толщина балласта будет соответственно возрастать. Это обстоятельство является следствием того, что давление рельса передается балласту через шпалу и увеличивается с уменьшением опорной поверхности шпал, приходящейся на единицу длины пути.

Простым расчетом можно показать существование предела для величины l, при котором устройство шпального основания, в смысле передачи давления, не имеет никаких преимуществ по сравнению с укладкой рельса непосредственно на балласт.

Действительно, если в грубом приближении считать равноценными путевые устройства, имеющие одинаковую опорную поверхность, то, обозначая через $b_р$ ширину подошвы рельса, через a и b — длину и ширину шпалы, получим опорную поверхность двух рельсов на участке 1 пог. *м* равной $2b_р\ 100$, а опорную поверхность шпал на том же протяжении, при расстоянии между их осями l равной $\frac{ab \cdot 100}{l}$.

Приравнивая друг к другу выражения опорных поверхностей

$$2\ b_р = \frac{ab}{l},\ \text{находим, что}\ l = \frac{ab}{2b_р}$$

Подставляя сюда применяемые на практике значения величин и считая $b_р = 17$ *см* получаем:

$$l = \frac{245 \cdot 20}{2 \cdot 17} = 144\ см,$$

т. е. при увеличении вдвое существующего расстояния между осями шпал, шпальное основание теряет свой смысл, а еще большее увеличение l принесло бы заведомый вред.

Если произвести подсчет, то окажется, что при $l = 144$ *см* необходимая толщина балластного слоя выражается величиною $h = 70$ *см* при нормальном грунте и рельсе типа Φ с учетом его износа на 18 *мм* по вертикали.

Если считать, что переход от шпального основания к бесшпальному (в частности к щебеночному) требует применения таких мер, как доведение мощности балластного слоя до 70 *см*, шпальное основание было бы по своей стоимости идеалом решения проблемы верхнего строения. Однако, на практике мы имеем целый ряд осуществленных заграницей и благополучно работающих бесшпальных пакеляжно-щебеночных конструкций, в которых толщина балласта с пакеляжем не превышает 25—30 *см*. Таким образом эти конструкции, с точки зрения толщины балласта заменяют шпальное основание с существующим ныне в Ленинграде расстоянием между шпалами, требующим укладки балласта слоем 25—30 *см*.

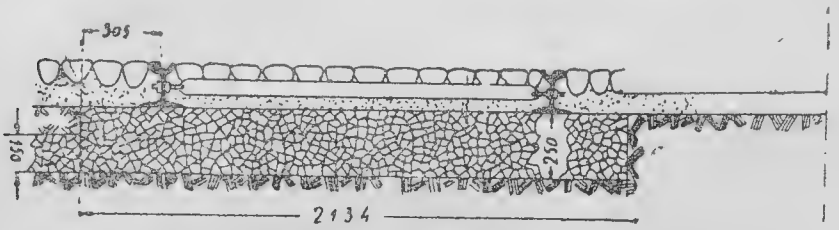


Рис. 19. Устройство щебеночного основания на путях ленинградских г. ж. д. (укладка 1906—1907 гг.).

Опыт применения чисто щебеночного основания без пакеляжа в Ленинграде при постройке линий 1-ой очереди дал так же, как и в аналогичной иностранной практике, отрицательные результаты, выразившиеся в полном расстройстве путей, уложенных на таком основании.

Это говорит о том, что проблема бесшпальных оснований требует весьма тщательного изучения как со стороны конструкции, так и с точки зрения методов производства работ.

На рис. 19 показано устройство щебеночного основания, уложенного на путях 1-й очереди ленинградского трамвая. Как видно из рисунка, на слое щебня шириною в 2 *м* и толщиною в 450 *мм* уложены рельсы высокого типа, соединенные поперечными тягами. Анкерных креплений рельсов нет. Замощение булыжное на слое песка обычной толщины. Отвод воды от основания осуществляется при помощи поперечных дренажных воронок, соединяющих пониженные точки продольного профиля с канализацией. Несмотря на то, что фактическое напряжение в грунте, проверенное расчетом, не доходило до предела, который допускает даже грунт, находящийся в состоянии значительного насыщения водой, основание все же дало просадки. Последнее заставляет думать, что в данном случае имеется столь сильное разжижение грунта, вследствие чрезмерно долгого пребывания воды на его поверхности, что способность верхних слоев такого грунта сопротивляться нагрузке мало отличается от нуля.

Подобное явление заставило выше настаивать на устройстве продольного дренажа всех грунтов в основании балластного слоя, кроме способных самостоятельно отводить воду.

В случае щебеночного основания имеем пример весьма экономного поперечного дренажа и одновременно доказательство того, что система эта в применении к ленинградским грунтам не оправдывает своего назначения.

Расчет прочности под действием вертикальных сил дает в отношении рассматриваемого основания положительные показания, если не считать вредного влияния нерационально устроенного дренажа.

Устойчивость в горизонтальном направлении обеспечивается исключительно зажатием рельсовой колеи замощением. При нарушении связи между элементами мостовой рельс получает возможность перемещений в горизонтальном направлении.

Явление, которое имеет место при шпальном основании в виде просадки мостовой в междушпальные ящики, в данном случае при отсутствии шпал и при свободной утечке песка в щебеночный слой должно принять характер сплошной, но неравномерной осадки мостового покрова с образованием зазоров между ним и рельсами, что вызывает уничтожение распора, который мог бы сопротивляться боковым перемещениям рельсов.

Естественно напрашивается мысль о необходимости принятия мер против утечки песка из-под мостовой в балластный слой и о применении более совершенной мостовой.

Выше было показано, что для уменьшения прогибов рельса и напряжений в нем необходимо стремиться к повышению модуля *и*. В шпальном основании это достигается сближением шпал. В бесшпальном щебеночном основании увеличения модуля *и* можно достигнуть исключительно увеличением профиля рельса и толщины балластного слоя.

Однако теория показывает, что это увеличение должно быть проведено так далеко, что огромные затраты никак не смогут компенсировать тех скромных результатов, которые можно получить этим путем. Поэтому чисто щебеночные бесшпальные основания должны быть совершенно исключены из тех конструкций, которые в будущем следует подвергнуть испытанию на опытных участках наших трамвайных путей.

2. Пакеляжно-щебеночные основания

Для бесшпальных оснований, вообще, может быть несколько способов увеличения *и*. Первый из них — утолщение балласта и усиление профиля рельса — мало рационален по своей дорговизне. Стремление сократить при этом способе расход щебня заменой сплошного основания отдельными щебеночными канавками приводит к ухудшению конструкции верхнего строения, главным образом вследствие того, что попадающая в основание вода будет собираться как-раз в тех местах, которые воспринимают давление, что облегчает образование просадок и перекосов.

Вторым возможным способом увеличения *и* является увеличение ширины подошвы рельса, передающей давление на верхнюю постель балласта. Однако техника проката ставит предел возможности применения этого способа.

Наконец, третьим способом является такое изменение упругих свойств основания, при котором его большая жесткость достигалась бы уменьшением осадки верхнего строения при постоянстве нагрузки и площади, воспринимающей давление и, без увеличения вертикальных размеров элемента, передающего давление на грунт. В этом случае речь идет, очевидно, о более выгодном перераспределении упругих сил, действующих между подошвой рельса и поверхностью грунта.

Эта задача осуществляется применением пакеляжно-щебеночного основания.

На рис. 20 представлена схема устройства такого основания на путях кельнского трамвая. На всю ширину полосы путей положен слой пакеляжа толщиною в 200—250 *мм*, состоящий из крупных камней, обращенных узким концом кверху; промежутки между крупными камнями расклиниваются более мелкими. Для заполнения остающихся пустот пакеляж засыпается сверху слоем гравия или мелкого щебня и укатывается механическим катком.

Рельсы, соединенные поперечными тягами, лежат на призмах из гравия или щебня. Промежутки между призмами засыпаны песком, на котором располагается мостовая из штучного камня. Швы мостовой залиты асфальтом. Между рельсом и мостовой уложены фасонные камни из цементного раствора 1 : 6. Рельсы не соединяются с основанием. Продольный дренаж делается по двум вариантам: по оси междупутья или по оси пути.

На рис. 21 показано устройство основания берлинского трамвая. На слое пакеляжа высотою 25 *см* помещается слой укатанного щебня

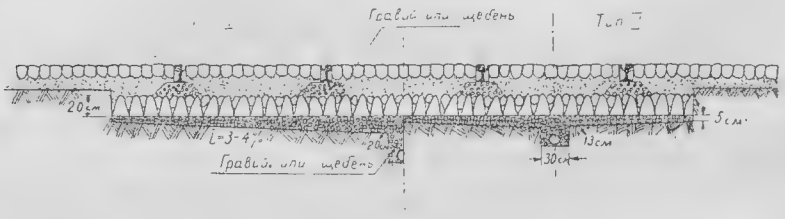


Рис. 20. Устройство пакеляжно-щебеночного основания.

толщиною 7 *см*, на последнем лежат рельсы подбитые мелким щебнем. Толщина подбивки не превышает 3 *см*. Дренаж устроен так же, как и в Кельне.

На рис. 22 изображено пакеляжно-щебеночное основание, уложенное в 1930 г. в виде опыта, в Ленинграде.

Если обратиться к схеме пакеляжно-щебеночного основания, то не трудно видеть, что при слабой связи между камнями пакеляж не имеет способности балласта распределять давление на большую площадь. Интенсивность давления на верхней и нижней постели пакеляжа будет иметь одну и ту же величину. При тонком слое балласта между рельсами и пакеляжем верхняя, равно как и нижняя постель камня будет испытывать одинаково большое давление, и камень будет вдавливаться в грунт.

Для сопротивления сдвигающим усилиям на магистральных железных дорогах Англии и Германия применяют устройство пакеляжа под путями. Однако, известны примеры быстрого расстройства таких каменных подстилок, благодаря вдавливанию камней в земляное полотно, опрокидыванию их на-бок и выталкиванию.

Причины этого явления нужно искать как в том, что вопросу о величине давления балласта на грунт до сего времени вообще уделяли мало внимания, так и в недостаточной связи между элементами такой «каменной наброски».

Если пакеляж, по примеру Германии, хорошо расщебенить, засыпать гравием или щебнем и укатать, то этим прежде всего достигается уплотнение грунта, что сразу повышает модуль u, а затем, благодаря взаимному заклиниванию камней между ними развиваются такие нормальные усилия и такие силы трения, что опускание отдельного камня становится невозможным без того, чтобы соседние камни не оказались вовлеченными силами трения в общий процесс опускания. Таким образом, рас-

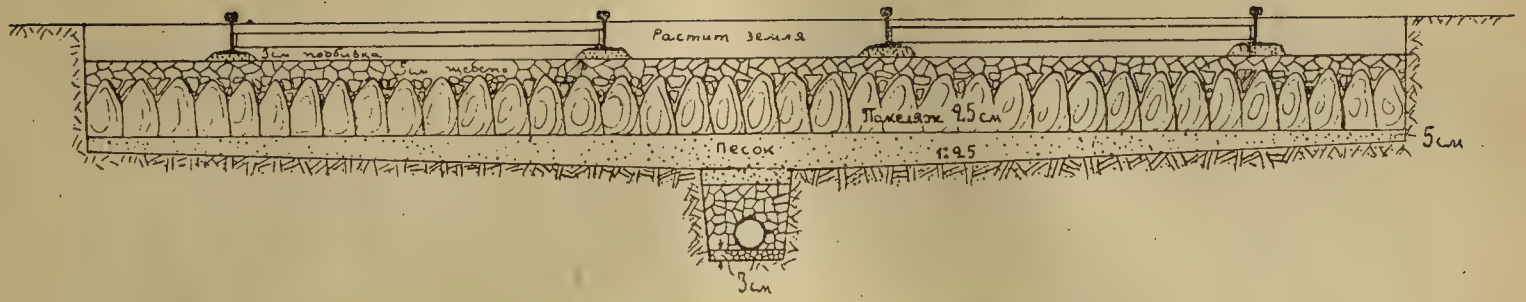


Рис. 21. Устройство пакеляжно-щебеночного основания трамвайного пути в Берлине.

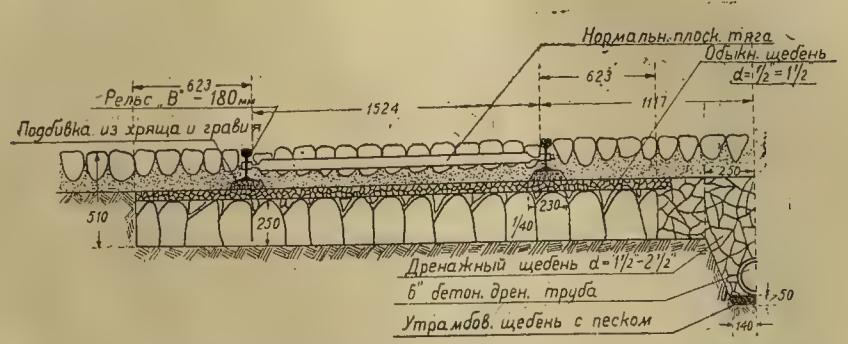
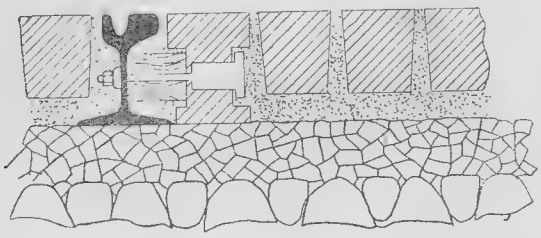


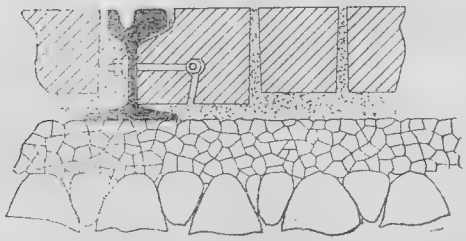
Рис. 22. Устройство пакеляжно-щебеночного основания в Ленинграде.

пертый укаткой пакеляж приближается по своей работе к плите, лежащей на упругом основании, т. е. воспроизводит в первом приближении ту схему, которая в совершенной форме осуществляется бетонным основанием. То обстоятельство, что при этом давление, воспринятое небольшим участком пакеляжа передается на очень большую, сравнительно, площадь грунта, сильно уменьшает влияние осадки грунта на общую осадку верхнего строения или, другими словами, сильно повышает значение модуля u.

По этой причине и в полном согласии между теорией и практикой, Кельн переходит (по данным 1928 г.) на пакеляжно-щебеночное основание даже на пригородных линиях, где до сего времени применялось шпальное основание. С этой же точки зрения ленинградская конструкция пакеляжно-щебеночного основания, очевидно, имеющая своим образцом берлинскую конструкцию, слабее последней. В ленинградском типе отдельный пакеляж под каждый путь ослабляет распор между камнями. Отсутствие дренирующего слоя под пакеляжем также способствует уменьшению трения между камнями.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Рис. 23. Схемы первоначальных типов примыкания мостовой к рельсам.

Главнейшим недостатком описанной конструкции, по данным германской практики, является недостаточная обеспеченность пути от горизонтальных перемещений и расстройства примыкания мостовой к рельсам.

На рис. 23 изображены примеры первых попыток бороться с этими дефектами.

Фиг. 1 изображает фасонный камень, соединенный обхватывающим его железным анкером с рельсом; между последним и камнем поставлен деревянный распорный брусок. Фиг. 2 показывает соединение фасонного камня другого вида с рельсом при помощи железного анкера, но без деревянного бруска. Конструкции подобного рода служили не более 2—3 лет, вследствие износа, ускорявшегося трением деталей о песок.

В 1928 г. в Германии кроме обычных способов примыкания при помощи сплошных или пустотелых фасонных камней существовало 3 системы примыкания к рельсам, лежащим на пакеляжно-щебеночном основании: система Иостена (Iosten), заключающаяся в устройстве вдоль рельсов асфальтового заполнения, система Ширмера, близкая к предыдущей, но уменьшающая расход асфальта, и система Эсса (Oesz).

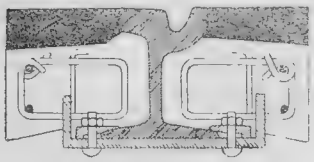
Две последние системы изображены на рис. 24. Как видно из фиг. 1, система Эсса заключается в том, что вдоль рельса, лежащего на подкладных листах и соединенного с ними при помощи прижимных шайб, укладывается железная арматура, которая заливается бетоном. Этот способ повышает устойчивость пути в горизонтальном направлении и увеличивает модуль u в соответствии с увеличением опорной поверхности b_p.

Система Ширмера (фиг. 2) состоит в постановке вдоль рельса ряда камней, снятых вследствие износа со старых мостовых и в заливке этого ряда асфальтом.

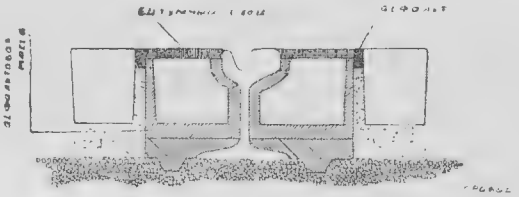
Пока еще нет опытного материала, на основании которого можно было бы судить о сравнительных достоинствах и недостатках каждой из этих систем.

В 1933 г. были опубликованы данные о хороших результатах работы примыкания к рельсам при помощи пустотелых камней из обожженной глины с заливкой особой пластичной массой жолоба, образованного рельсом, ближайшим камнем мостовой и фасонным камнем [1].

Не должно казаться странным то обстоятельство, что для повышения устойчивости пути в горизонтальном направлении в Германии, повидимому, не применяют поперечных анкеров, заделанных в основание. В самом деле, применение анкеров трудно согласовать с обязательной укаткой основания: при предварительном оставлении гнезд для анкеров, плотная укатка окажется неосуществимой; при укатке основания совместно с заделанными в нем анкерами, соединение последних с рельсами



Фиг. 1. Система Эсса (Oesz)



Фиг. 2. Система Ширмера.

Рис. 24. Схемы современных типов примыкания мостовой к рельсу при пакеляжно-щебеночном основании.

будет затруднительным; если бы это последнее и удалось, то в дальнейшем при вибрации рельсов в вертикальной плоскости анкер будет расстраивать плотность прилегания камней друг к другу и тем самым ускорять разрушение основного принципа равновесия конструкции.

На основании всего сказанного выше, пакеляжно-щебеночное основание берлинского типа может быть принято для испытания и в наших путях при условии, однако, надлежащего и тщательного производства работ.

Устойчивость путей на бесшпальном пакеляжно-щебеночном основании в горизонтальном направлении в сильнейшей степени зависит от устойчивости мостовой. Поэтому расстройства сопряжений мостовой с рельсом для таких оснований особенно нежелательны. До тех пор, пока практика не выработает вполне надежных способов примыкания, применение бесшпальных оснований в широком масштабе представляет известный риск. Исходя из этих соображений, IV Всесоюзный трамвайный съезд одобрил идею применения пакеляжного основания, как метод увеличения модуля *u*, но признал на ближайшее время обязательным для повышения боковой устойчивости пути укладывать шпалы между рельсами и пакеляжем с подбивкою шпал щебнем.

3. Бетонные основания

Стремление повысить модуль *u* и получить наиболее долговечное основание приводит к применению бетонного основания, жесткость которого настолько велика, что приходится применять те или иные меры для

[1] См. статью Боннепбергера «Verkehrstechnik». 1933 г., № 1.

ее уменьшения во избежание разрушения материала основания и появления такого вредного явления, как волнообразный износ рельсов.

Подробная классификация существующих типов бетонных оснований изложена в курсе проф. А. А. Каменского[1].

К сожалению в нашем распоряжении нет исчерпывающей сводки данных о всех тех явлениях, которые характеризуют работу всех существующих типов таких оснований. Это обстоятельство затрудняет выбор рациональной стандартной конструкции, тем более, что вопрос о расчете подобных конструкций, на действие подвижной нагрузки при том или ином характере соединения рельса с основанием, является пока что совершенно не изученным. Даже в том, сравнительно простом случае, когда рельс не связан непосредственно с основанием и отделен от бетона упругой прокладкой, невозможно указать расчетного значения модуля *u* Так, например, по данным Блосса, относящимся к 1920-1922 гг. коэфициент балласта (Bettungsziffer) *C* для пути на продольных бетонных лежнях колеблется в зависимости от плотности примыкания рельса между 6 и 60 *кг/см*^{3}, что при ширине подошвы 17 *см* соответствовало бы значениям модуля *u* от 102 до 1020 *кг/см*^{2}.

По этой причине при выборе типа бетонного основания придется базироваться исключительно на опыте осуществленных конструкций, ограничиваясь притом только качественными характеристиками, оставляя для более или менее отдаленного будущего выработку количественных критериев.

Что касается обширной группы бетонных оснований, в которых соединение рельса с основанием осуществляется при помощи анкеров, заделанных в бетон, то, по утверждению Томаса (Кельн), жестко заделанные анкера при вибрации рельсов разрушают бетонную массу. Поэтому в Кельне анкерных соединений не применяется.

На рис. 25 изображен путь кельнского трамвая на бетонных лежнях при асфальтовой мостовой, имеющей сплошное бетонное основание. Рельс лежит на упругом слое из смеси асфальта, коксовой золы и доменного шлака, которая в горячем состоянии впрессовывается под подошву рельса пятифунтовыми железными планками, которые сближаются при помощи винтового зажима. Затем винтовой зажим переносится дальше и заменяется зажимом из швеллерного железа, укрепленным дубовыми клиньями. Зажим удаляется после затвердения заполнителя. Пространство между бетоном, асфальтовой мостовой и рельсом заполняется той же смесью.

По данным Шантера путь этой конструкции служит до 25 лет при пробеге до 1100 вагонов в день. На рис. 26 приведен путь кельнского трамвая на сплошном бетонном основании, состоящем из двух частей. Нижнее основание укладывается поверх продольного дренажа, имеющего гравийное заполнение и отводящее воду в трубы по оси междопутья. Поверхность этого основания имеет 5% поперечные и 2% продольные уклоны к отверстию, проходящему сквозь всю толщу бетона и отводящему воду в дренаж. На каждый прямоугольник, образованный двумя рельсами и двумя соседними тягами, приходится по одному такому отверстию, прикрытому сверху галькой. После затвердения нижнего бетонного основания оно смазывается жидким цементным раствором и покрывается слоем чистого песка толщиною 1 *см*. После этого укладывается верхнее бетонное основание, на котором располагается асфальтовая мостовая. Рельс лежит на асфальтовой подбивке и со всех сторон окружен литым асфальтом.

На рис. 27 представлен другой вариант бетонного основания, в котором нет разделения на верхний и нижний бетон.

---

[1] Каменский, А. А., проф. «Устройство пути городских и пригородных трамваев».

Ниже подошвы рельса помещаются боковые продольные щебеночные канавки, со дна которых делается выпуск воды в дренаж, устроенный так же, как и в предыдущем типе.

Через 11 лет после укладки на описанных путях стал появляться волнообразный износ рельсов, причем раньше на пути, уложенном по второму варианту.

При исследовании основания в местах, где обнаружился волнообразный износ выяснилось, что в соответствующих местах в первом типе оказался поврежденным бетон при сохранившемся асфальтовом запол-

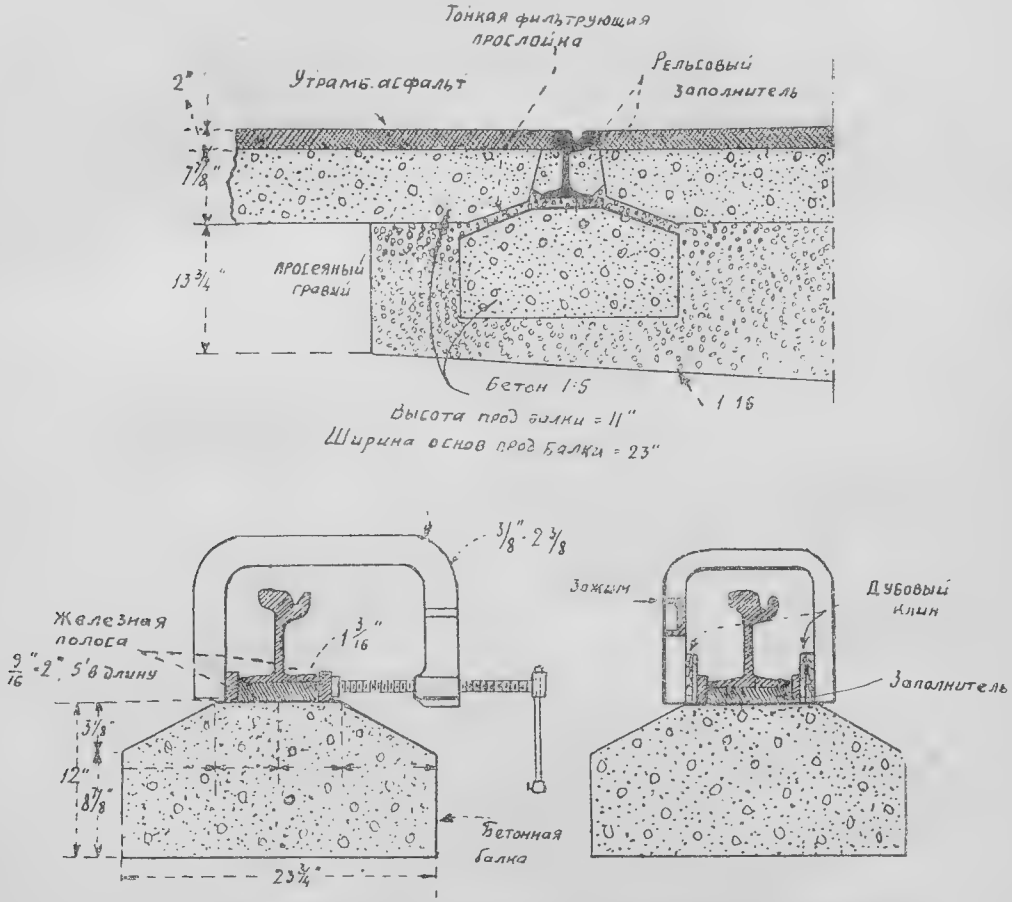


Рис. 25. Основание кельнского трамвая на продольных бетонных лежнях.

нении, во втором же типе, наоборот, бетон был целым, но асфальтовое заполнение утратило свою упругость. В местах, не пораженных волнообразным износом, бетон и асфальт сохранили вполне свою годность. Томас, приводящий эти примеры, склонен видеть причину волнообразного износа в той неопределенности значений коэфициента балласта для бетонных оснований, о котором мы говорили выше. Он же утверждает, что на рельсах, лежащих на пакеляжно-щебеночном основании, волнообразного износа не бывает; подразумевается, конечно, что это основание сделано с соблюдением всех требований, которые к нему предъявляются. В бетонном основании, благодаря его высокой жесткости, весьма вероятны остаточные деформации материалов, расположенных под подошвой

Рис. 26. Схема трамвайного пути на сплошном бетонном основании в Кельне, тип I.

рельса, т. е. весьма вероятна возможность уменьшения начальной жесткости. Путь на всем протяжении приобретает переменный модуль упругости, а это, по мнению Томаса, и влечет за собою явление волнообразного износа рельсов.

В то время, как Кельн отказывается от применения анкеров и подвергает сомнению рациональность бетонного основания, сравнительно с пакеляжно-щебеночным, в Гамбурге, еще в 1926 г. укладывались бетон-

Рис. 27. Схема трамвайного пути на сплошном бетонном основании в Кельне, тип II.

ные основания с поперечными анкерами в виде двутавра № 10, а в 1930 г. ставится вопрос и производится замена бетонных оснований шпальными, как более эластичными и бесшумными.

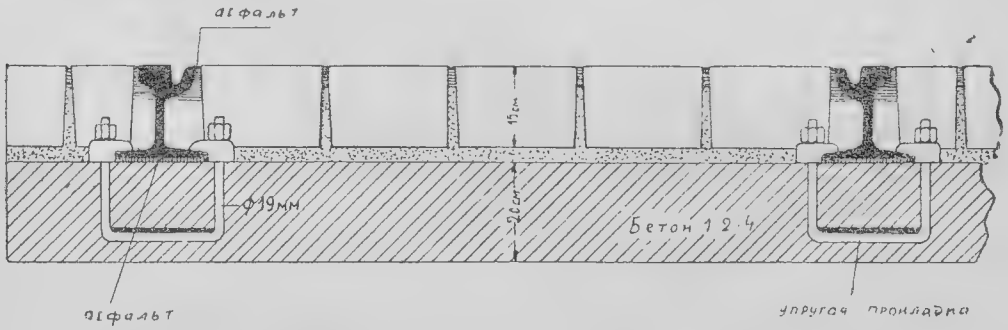


Рис. 28. Схема сплошного бетонного основания в Арнгейме (Голландия).

С другой стороны в 1932 г. Голландия применяет бетонные основания.

На рис. 28 показано устройство бетонного основания в Арнгейме. Через 75 *см* одна от другой были поставлены бетонные подкладки, на которых укладывались рельсы, выравнивавшиеся по высоте железными клиньями. К рельсам были подвешены при помощи прижимных шайб железные хомуты с винтовой нарезкой. Расстояние между хомутами равнялось 1,5 *м*. Затем все основание было залито бетоном состава 1 : 2 : 4 до верхней постели бетонных подкладок. После затвердения бетона

подошва рельса была подлита асфальтом. Конструкция эта приводится здесь, как образец строительства последнего времени, но сама по себе она не содержит ничего принципиально нового. Мало того — против применения заделанных в бетон хомутов Т о м а с высказывался еще в 1925 г.

Таким образом, пока еще не существует более или менее единодушных взглядов на то, какой способ соединения рельсов с бетонным основанием нужно считать наиболее рациональным, необходимо ли такое соединение и нужно ли вообще само бетонное основание в том виде, как оно воспринято Европой.

Применение бетонного основания имеет, как известно, смысл в том случае, когда улица, вдоль которой проложен трамвайный путь имеет законченное благоустройство и стабилизованную сеть подземных сооружений. Нам кажется, что возобновление опытов с бетонными основаниями

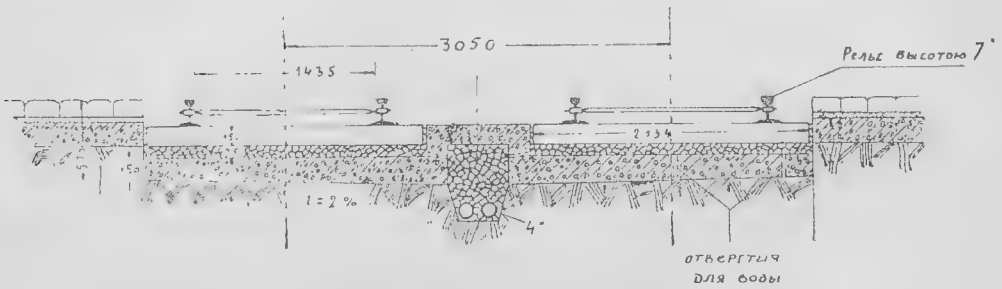


Рис. 29. Бетонное основание трамвая в гор. Мильвоки (США).

в настоящее время в ряде городов является вполне своевременным. В данное время наилучшим типом бетонного основания трамвайных путей является тип, имеющий широкое применение в Америке.

На рис. 29 изображено устройство шпало-бетонного основания трамвайных путей гор. Мильвоки, не требующее особых пояснений. Шпальные ящики заполнены тощим бетоном. Ремонт пути сводится к смене рельсов и шпал с выемкой бетонного междушпального заполнения. При этом опорная подушка ни в какой мере не затрагивается, так что при надлежащем дренаже грунта, она может служить неограниченно долго, тогда как в европейских типах она разрушается либо частично в процессе службы, либо полностью при ремонте.

Американский тип может быть с успехом применен и в наших крупных трамвайных предприятиях с той поправкой, что под бетонной подушкой должен быть сделан такой же дренаж, как и при шпальных основаниях, так как выпуск воды через отверстия в подушке прямо в грунт является менее рациональным.

Конечно, этот совершенный тип, объединяющий достоинства шпального и бетонного оснований, требует значительных затрат, но последние вполне окупаются долговечностью такого основания и нормальной работой уложенного на нем рельсового пути.

IV Всесоюзный трамвайный съезд рекомендовал применение шпально-бетонного основания при большой интенсивности трамвайного движения на улицах с законченным благоустройством и с усовершенствованными мостовыми.

Это основание приобретает особенное значение в том случае, если при наличии перечисленных условий приходится кроме того иметь дело со слабыми грунтами.

Инж. ГЛЕБОВ, Н. Н.

ВОЛНООБРАЗНЫЙ ИЗНОС РЕЛЬСОВ НА ТРАМВАЙНЫХ ПУТЯХ [1]

Обзор технической литературы

ВИР [2] обратил внимание практиков трамвайного дела в девяностых годах прошлого столетия. В незначительной степени это явление замечается также на рельсовых путях паровой и иных типов тяги. Но ВИР приобретает угрожающие размеры на железных дорогах электрической тяги с увеличением нагрузки, интенсивности и скорости движения.

С начала этого столетия на Международных конгрессах трамваев и железных дорог локального значения организуются специальные комиссии для анкет и составления докладов по ВИР. Как видно из докладов и протоколов конгрессов 1906 г. в Милане, 1908 г. в Мюнхене, 1910 г. в Марселе и 1912 г. в Осло, также из отчетов в технических журналах о конгрессах: 1924 г. в Варшаве, 1925 г. в Лионе, 1926 г. в Барселоне и 1930 г. в Алжире, и ряда журнальных статей специалистов-практиков трамвайного дела, теоретическая проработка ВИР до 1922 г. оказалась недостаточной. Из 35 докладов и журнальных статей можно указать лишь на работу, помещенную в Verkehrstechnik №№ 21, 24, 27 за 1902 г., директора нюренбергского трамвая Зибер, в которой дается довольно полный анализ прогрессивного развития уже возникшего слабого ВИР. Наиболее интересный процесс начального ВИР в этой статье не рассматривается.

Характерно, что тот же автор в 1926 г. приходит к выводу, что попытки найти метод предотвратить возникновение ВИР гадательны, а предлагаемые практические мероприятия связаны с чрезвычайными расходами. Поэтому Зибер рекомендует вести борьбу с начальным волнообразованием шлифовкой рельсов. К этому же выводу пришло одно крупное американское предприятие после того, как обзавелось специальными вагонами для шлифовки рельсов [3]. Однако наблюдения практиков-специалистов и теоретические исследования последних лет приводят к иным выводам.

Уже на Миланском конгрессе в 1906 г. мнения специалистов-практиков разделялись на защитников борьбы с ВИР мероприятиями, направленными к уменьшению вредной вибрации, вызываемой движением вагонов и приверженцев улучшения качества выработки рельсов. Благодаря германской группе специалистов во главе с директором берлинского трамвая Буссе на конгрессах до 1912 г., вторая тенденция имела перевес. Это оказалось полезным в том отношении, что привело к выработке рельсов лучшего качества, но теория вибрационных явлений оставалась неразработанной. Улучшение качества рельсов позволило достигнуть

---

[1] Статья представляет краткое изложение темы, под тем же названием, проработанной под руководством проф. А. А. Каменского.

[2] Здесь и ниже для сокращения волнообразный износ рельсов будет обозначаться ВИР.

[3] Electric Railway Journal 18.08, 1928 г.

при рациональной укладке на ответственных местах с интенсивным движением двадцатилетнего срока службы рельсов без появления ВИР [1].

Перечисление возможных причин, вызывающих ВИР регистрировалось на многих международных конгрессах. Ниже приводится перечень, принятый конгрессом в Осло в 1912 г., разделенный по признакам причин устранимых и неустранимых.

I. Главные, но устранимые условия, способствующие ВИР по степени благоприятствования волнообразованию можно расположить в нижеприводимой последовательности:

а) плохое качество металла и неудовлетворительная прокатка рельсов;
б) слишком жесткий бандаж по сравнению с рельсом;
в) неудовлетворительное содержание и плохой текущий ремонт пути и подвижного состава;
г) неравенство диаметра колес на одной оси;
д) чрезмерная нагрузка на ось, не соответствующая конструкции и состоянию пути (недостаточная мощность пути);
е) неравномерная изношенность бандажа;
ж) изменчивость качеств основания в зависимости от насыщенности влагой;
з) слишком энергичное торможение и разгон вагонов;
и) несимметричная нагрузка;
к) разная эластичность рессор над одним скатом;
л) слишком большая игра в подшипниках;
м) явление скручивания и раскручивания (т. е. вибрации) оси от действия двигателя;
н) недостаточный параллелизм осей вагона;
о) недостаточная поверхность соприкосновения бандажа и рельса;

II. Главные, неустранимые условия, способствующие ВИР:

а) вибрационные явления пути и подвижного состава;
б) пологие закругления;
в) плохое качество грунта при невозможности исправления дренажем;
г) движение однотипных вагонов с одинаковыми скоростями.

Металл, качество прокатки и испытание рельсов

По общему мнению практиков-специалистов, чем лучше противостоят рельсы нормальному износу, тем они менее подвержены и волнообразованию.

При производстве рельсов расплавленный металл рекомендуется доводить до предельного раскисления.

Остужать металл, избегая образования пузырчатости.

Не отливать слишком горячий металл.

Избегать сотрясения и качаний во время отливки.

Соблюдать нужную постепенность при формировании прокаткой окончательного профиля рельса.

Откидывать передний и задний концы прокаток.

Кончать прокатку при температуре, близкой к точке трансформации структуры (по французским нормам прокатка должна заканчиваться при температуре около 900° С, близки к этому и нормы США).

Устанавливать со всей точностью и поддерживать профиль жолобов прокатных вальцов.

Довести до минимума необходимость правки в холодном состоянии, чтобы избегнуть добавочных напряжений и сопротивлений (правка в холодном виде допускается лишь прессовая, не оставляющая следов на поверхности металла).

Относительно термической обработки рельсов, в общем, отзывы противоречивы и нельзя считать установленными, что эта обработка уменьшает ВИР. Но в январском номере за 1932 г. бюллетеня Международ-

[1] Трамвайный бюллетень № 4

ной Ассоциации железнодорожных конгрессов помещена обстоятельная статья, трактующая о сорбитировании рельсов в массовом масштабе по системе Зондберга, получившей широкое распространение в Англии. В этой статье сорбитирование определенно рекомендуется.

Рельсовая сталь должна характеризоваться максимальной величиной работы разрыва, что приводит к максимальным значениям $\frac{E}{R}$ и $(R+6A)$ (E — предел упругости, R — временное сопротивление, A — удлинение $E \geqslant 40$; $R \geqslant 75$; $R+6A \geqslant 175$).

Сталь должна быть определенного химического состава (например, серы не более 0,06, фосфору не более 0,04, кремния около 0,2, марганца от 0,6 до 0,9, углерода соответственно маркам A — от 0,6 до 0,75, B — от 0,7 до 0 85, C от 0,75 до 0,9).

Применение других, более совершенных сплавов считается мало экономичным, если не считать особенно ответственных мест.

Сталь должна быть безусловно однородной, что связано с ее химическим составом. Неоднородность стали уменьшает способность рельсов противостоять коррозии.

При приемке рельсов рекомендуется делать испытания на разрыв, на удар, упругие качества по методам Бринеля, Шора и т. п., химический анализ, микрографический анализ, на сопротивление поверхностному разъеданию, а также на усталость.

При этом необходимо делать тщательный внешний осмотр рельсов, чтобы убедиться в их прямолинейности, хорошей обработке поверхности катания и выдержанности профиля.

В бюллетенях Международной Ассоциации железнодорожных конгрессов (январь 1932 г.) отмечается, что электрификация международных железных дорог осложняет вопрос износа рельсов интенсивным движением, быстрым развитием скоростей, частым торможением и тем, что ведущие колеса малого диаметра нагружены массовыми неподрессоренными механизмами и указывается на важность улучшения сопротивления рельсов износу. В этом же источнике отмечается заслуга Зондберга, разработавшего практический метод сорбитирования для массовой обработки рельсов. Затем приводятся успехи и развитие этого рода промышленности в Англии.

Обработка по системе Зондберга повышает сопротивление металла с 81 *кг* на *мм*² до 97 *кг* на *мм*², при этом удлинение сохраняется 15—16%. Глубина обработки достигает 15—16 *мм*². Срок службы рельсов увеличивается на 100%. Начиная с 1924 г. вновь пробуждается интерес к разрешению проблемы возникновения ВИР. Обращают на себя внимание работы Фремона, Фаатца, Томаса и др.

Причины ВИР и меры борьбы с ним

Вопрос о значении качества металла и прокатки рельсов применительно к ВИР изучен экспериментально достаточно обстоятельно, и в этом отношении техника сделала значительные успехи.

Однако, несмотря на эти успехи, остается много неясного в явлениях, отмеченных практикой эксплоатации трамваев. Даже усилий международных конгрессов оказалось недостаточно, чтобы исследования остальных причин ВИР, и в том числе вибрационных явлений, было организовано в достаточной мере систематично. Проблема борьбы с ВИР продолжает разрабатываться в порядке индивидуальных попыток, в соответствии

со склонностями отдельных исследователей. Между тем, вполне ясно, что для успешной проработки и уточнения значения различных причин ВИР необходимо произвести обстоятельные и требующие серьезных затрат экспериментальные работы.

Для этого полезно прежде всего установить отправную рабочую гипотезу явления.

Чтобы подойти к возможности выполнения этой задачи, полезно упростить проблему, разделив ее логически на несколько частей. Правильно будет подойти к классификации волн путем:

а) выделения причин, хотя бы и второстепенных, но таких, в отношении которых наблюдается наибольшее единство мнений;

б) исключения случайных или чисто местных условий из общих, которые можно считать действующими непрерывно и по всему пути.

Руководясь этими соображениями, можно предложить следующее разделение ВИР на 4 группы:

1. Волнообразование на пологих кривых большею частью объяснимое тем, что колеса одного ската должны проходить разные по длине части пути. Это должно вызывать тангенциальные усилия, как следствие трения первого рода. В виду зернистости структуры рельса и бандажа, это приводит к дифференцированным тангенциальным импульсам, скручивающим ось ската. Но так как вся система ската представляет из себя большой камертон, которому свойственно угловое колебание определенной частоты, то этот тон будет выделен, и выфрезировывание рельсов будет происходить в резонанс с этой частотой.

Чтобы утвердиться в этом объяснении, следует предпринять достаточные массовые исследования рельс на кривых. Нужно проверить снимками волн конфигурацию их продольного профиля и произвести исследования поверхности рельс. Если действительно окажется доказанным, что волны на пологих кривых по сравнению с ВИР на прямых отличаются меньшим наклепом и иным расположением на поверхности катания, и что волны на пологих кривых более заострены, чем на прямых, то это будет доводом в пользу указанного объяснения. Однако, следует заметить, что своеобразие волн на пологих кривых, по всей вероятности, тем характернее, чем слабее их развитие. Наличие хотя бы малых волн должно вызывать также удары и проковку горбин волн, то есть явление, которое мы будем рассматривать, как относящееся к третьей группе.

Такие же условия представляет путь, зигзагообразно искривленный в горизонтальной плоскости боковыми качаниями подвижного состава. Эти зигзаги представляют пологие кривые, чередующиеся в одну и другую сторону. В обоих случаях, в общем, волнообразование обычно поражает сильнее, а иногда исключительно внешний рельс кривых. Это явление может быть объяснено двумя причинами: во-первых, внешнему колесу приходится проходить несколько больший путь, и упомянутое выше выфрезировывание его будет интенсивнее; во-вторых, нажим внешнего колеса, вследствие центробежной силы будет большим. А опытом установлено, что увеличение давления на ось усиливает волнообразование.

Далее рассмотрим условия, которые можно квалифицировать как однохарактерные: различие диаметра колес одной оси, несимметричность нагрузки над скатом, неудовлетворительный параллелизм осей скатов одного вагона, разная упругость рессорных систем над одной осью, несимметричность расположения передачи от двигателя на ведущую ось. Во всех перечисленных случаях будет иметь место либо пробег большего пути одним из колес ската, либо больший нажим на рельс. Кроме того, зубчатая передача вносит удары, вызывающие тангенциальные усилия, которые сами по себе будут обусловливать выфрезировывание, а несим-

метричность передачи будет неравномерно распределять это воздействие на правое и левое колесо.

Перечисленные условия относим лишь к однохарактерным потому, что все они не связываются с данным местом пути. Разные вагоны и повторные пробеги одного и того же вагона могут вызвать в разных точках пути воздействия, которые в отношении вызываемого эффекта между собой могут не совпадать. Можно даже предполагать, что воздействие на рельсы от вибрационных явлений подвижного состава опасно лишь созданием случайных неровностей пути, способных облегчить вибрацию рельс. Само же по себе оно скорее вносит некоторый разлад в процесс волнообразования и, до известной степени, может обусловливать уменьшение регулярной периодичности чередования волн. А для прегрессивного успешного развития волнообразования требуется именно регулярность образования волн.

К первой категории относятся волны, главным образом от 7 до 12 *см* длины, хотя в виду отсутствия опытных наблюдений, приуроченных к определенной классификации волн, трудно указать точные границы длины волн для каждой из предлагаемых групп.

2. Ко второй группе ВИР отнесем волны свыше 40 *см*. Волны столь большой длины представляются менее вредными для движения и наблюдаются гораздо реже. В литературе нет указаний, чтобы этого рода волнами поражались целые участки пути. Однако, это все же чередующиеся волны, а не отдельные выбоины, какие наблюдаются в стыках.

Теоретические подсчеты говорят за то, что этот тип волнообразования можно объяснить колебанием элементов подвижного состава. При средней скорости 25 *км* в час, соответствующая частота колебаний должна быть не менее $^1/_{12}$ сек. А так как этого рода волны бывают длиной до 2 *м* и более, то частота колебаний может доходить до одной волны в секунду.

3. К третьей группе ВИР относим волны от 5 до 20 *см* длины на прямом пути. Они заслуживают особого внимания, как в виду их вредности и распространения, так и потому, что теоретически всего менее выяснены причины их образования. Именно около этого рода волнообразования идет наибольший спор между защитниками вибрационной теории и исследователями, утверждающими, что главная причина волнообразования — неудовлетворительные качества рельсов.

4. К четвертой группе ВИР относим волнообразование, связанное с плохой конструкцией или состоянием основания пути. К факторам этого рода ВИР также относятся: плохой грунт, отсутствие дренажа, слишком большая жесткость основания, засорение балластного слоя и т. д.

Всеми наблюдателями отмечено, что жесткое крепление рельсов к бетонному основанию явно способствует усилению волнообразования. Поэтому при бетонном основании прокладываются между рельсом и бетоном упругие прослойки из асфальта с асбестом или дерева.

Во всех остальных случаях влияние конструкции и состояния основания мало исследовано.

Влияние динамических воздействий на упругие свойства основания и грунта экспериментально мало изучены. Только за последние годы приступлено к экспериментальным исследовательским работам для освещения этого вопроса. Еще нет достаточных опытных данных, чтобы можно было научно обсуждать значение упругих свойств элементов основания в отношении ВИР.

Рассмотрение третьей группы явлений ВИР, особенно трудное для систематического анализа, представляется наиболее интересным.

Зернистость металла неустранима и, конечно, должна рассматриваться, как необходимое условие развития ВИР. Но между зернистостью металла

рельсов и той периодичностью волн, которая сейчас рассматривается, (т. е., беря широкие пределы волн длиной от 5 до 20 *см*), — нет явной зависимости. Все сорта стали, идущие на изготовление рельсов, настолько мелкозернисты, что не могут способствовать образованию волн длиной именно от 5 до 20 *см*.

Защитники превалирующего значения качества металла рельсов, вероятно потому и упоминают в своих доводах наблюдавшуюся ими и вызванную прокаткой волнистость поверхности катания новых рельсов, чтобы тем самым связать волнообразный износ на путях с процессом их изготовления. Но в этом отношении приводимые ссылки на факты противоречивы. Буссе [1] не приводит примеров волнистости новых рельсов с длиной волн от 5 до 20 *см*. Он дает примеры волн в несколько десятков сантиметров и объясняет их происхождение правкой в холодном состоянии или пробегами во время остывания. Этого рода деформации не могут давать какую-либо правильную периодичность. Петерсен [2] указывает на один случай наблюдавшихся им волн длиной около 7 *см* на новых рельсах. Но другие исследователи утверждают, что большею частью период волн прокатки отличен от волн ВИР третьей группы. К этому следует, добавить что обычно участки, пораженные ВИР, составляют несколько процентов общего протяжения сети.

Это последнее обстоятельство серьезно ослабляет доводы защитников первенствующего значения качества металла рельсов и их прокатки.

В этом отношении условия эксплоатации трамвая в Ленинграде чрезвычайно поучительны к осени 1932 г. Из общей сети путей 383 *км* поражено ВИР около 19,5 *км*, т. е. около 5%. При этом следует отметить отсутствие больших подъемов значительного числа кривых большого радиуса, приблизительно сходные условия грунта и особенно неблагоприятные условия для нормального ремонта пути.

Если даже отбросить из общего протяжения путей линии со слабой интенсивностью движения, то окажется, что ВИР наблюдается в 7% сети.

Спрашивается, чем же придется объяснить это благополучие большей части сети, оборудованной такими же рельсами, как и пораженные участки.

Ниже будет защищаться вибрационная теория, осложненная явлением резонанса между колебаниями элементов пути, с одной стороны, и элементов подвижного состава — с другой.

В докладе Международному конгрессу 1912 г. Буссе [3] приводит интересные наблюдения и подсчеты Пелиссье и своеобразное физико-механическое объяснение ВИР Бомонта. Буссе не согласен с выводами этих исследователей, хотя, как будет указано ниже, их можно было бы истолковать в защиту теории, которой придерживается Буссе, по которой качество металла и прокатка рельсов — главные причины ВИР.

Колеса трамвая, катясь по рельсу, соприкасаются с ним по некоторой искривленной поверхности. Расположение частиц металла рельсов, сжатых более твердым бандажем колес, будет сходно с изображенным на фиг. 1, штрихами показано распределение давления.

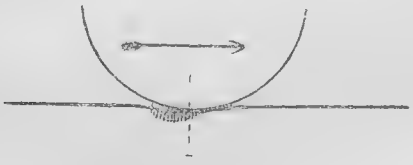
Пелиссье [4] для упрощения подсчета допускает, что сжатие будет равномерно по всей поверхности. Сделав измерение этой поверхности при диаметре колеса 508 *мм* и давлении в 5 *т*, и найдя, что в этом случае поверхность бывает равна от 162 до 465 *мм*^{2}, в зависимости от свойства металла рельс, Пелиссье подсчитывает давление и получает, что при по-

[1] Comptes Rendus des Congrés Internationales de chemin de fer local, 1912 г. Осло.
[2] Ibidem, прилож. к докладу Буссе.
[3] Ibidem.
[4] Ibidem.

верхности 162 *мм*² давление на *кв. м* будет 78 *кг*, т. е. близкое к временному сопротивлению рельсовой стали. Если принять во внимание неравномерность давления, показанную штриховкой, то это давление окажется еще большим.

Но измерения Пелиссье относятся к случаю статического давления, Колесо, катящееся со скоростью 25 *км* в час по поверхности в 12 *мм* пройдет по ней 1/500 секунды. В этом случае вместо статического давления будет иметь место тот скользящий удар, о котором будет говориться ниже.

Бомонт не делает подсчета Пелиссье. Он рассуждает следующим образом. Если колесо катится по плоской поверхности, производя волну деформации, перемежающуюся по направлению движения, то утомление металла может при этом достигнуть и даже превысить временное сопротивление. В этом случае распространение волнообразного движения нарушит связанность между поверхностью, соприкасающейся с колесом и слоем металла, который находится непосредственно ниже. Таким образом, образование волн вызовет растягивающее напряжение между части-



Фиг. 1.

Фиг. 2.

цами, увлеченными колесом и нижележащими частицами рельса. В известный момент, увлеченные частицы получат сдвиг и образуется небольшая горбина, через которую колесо должно перекатиться. И, так как колесо должно перейти через этот гребень, надавливая всем своим весом, и в силу инерции, сопротивляясь подбрасыванию вверх, то оно сожмет эту поднявшуюся вверх поверхность металла, увеличив ее удельный вес и твердость в значительной степени. Продолжая свое продвижение вперед, колесо повторит это же явление, образуя через правильные промежутки новые узлы затвердения.

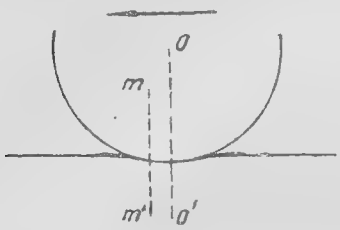
Подсчет Пелиссье и предложенное Бомонтом объяснение ВИР очень удобны для объяснения выдавливания металла рельсов, происходящего при их нормальном износе в сторону (фиг. 2).

Рассуждение Бомонта также хорошо объясняет продвижение волн ВИР в направлении движения поездов: оба объяснения подходят для обоснования теории Буссе, по которой качество металла есть первопричина ВИР. Но слабая сторона этих теоретических суждений Бомонта заключается в том, что при данных качествах металла и прокладки пути, ВИР обычно поражает только небольшую часть рельсовых частей. И нет основания утверждать, что рельсы именно этой части пути нагружались и утомлялись больше остальных.

Явления вибрации

Зернистая структура металла рельсов и бандажей способствует развитию трения первого рода при сцеплении между частицами поверхности рельсов и бандажей, сопровождающем катание колес по рельсам. Это создает условия, вполне достаточные для возникновения колебательных процессов в рельсах.

Можно представить себе следующий пример явления: бандаж колеса, вдавливаясь в поверхность рельса, соприкасается с ним некоторой поверхностью (фиг. 3 в преувеличенном виде). При этом в виду обычно большей жесткости бандажа по сравнению с рельсом, вероятно, наибольшее упругое сжатие металла рельса сдвинуто по направлению движения поезда (m, m'). Катящееся колесо, продвигаясь вперед, непрерывно поднимает металл рельса, который после прохода колеса устремляется к исходному положению. Этот процесс последовательного сжатия, в виду зернистости металла рельсов и бандажей можно рассматривать, как ряд мельчайших ударов и, в общем, механику этого процесса можно назвать скользящим ударом. Вибрации, вызываемые скользящим ударом, распространяются со скоростью звука и должны иметь следующий характер (фиг. 4).



Фиг. 3.

Частицы металла связаны в твердое тело. Траектория движения вибрирующих частиц твердых тел остается нам неизвестной. Но сейчас это и не важно знать. Частицы металла рельсов, связно колеблясь во время движения поезда, создают определенное звучание рельса. Катящиеся колеса, благодаря скользящему удару, играют роль возбудителя этой вибрации. Стальному рельсу в данных условиях крепления к основанию свойственна способность вибрировать с определенной частотой. В данном случае мы имеем те же условия, что и при ударе о камертон. Исходя из теоретических предпосылок звуковых вибраций, можно утверждать, что рельс данного типа, в данных условиях укладки, должен иметь свойственный ему определенный тон вибрации. Вот этот природный тон и будет вторым фактором, вносящим определенное коли-

Фиг. 4.

чество колебаний в секунду для рельса данного типа, приводимого в состояние вибрации скользящим ударом колеса, что однако может привести к образованию волн рефлексорного типа, а не синусоидальных.

Указанных двух факторов для ВИР в данном месте недостаточно. Действительно, пусть мы имеем ровный рельс, хорошо проточенный бандаж колеса, вызывающий вибрацию. Возникающие волны будут со скоростью 5300 *м* в секунду распространяться вперед и назад от точки соприкосновения колеса с рельсом, но эти волны не будут причиной периодического изменения нажима колеса на рельс. Укладка рельса может создать благоприятные условия для наметки узловых точек вибрирования, приуроченных к определенным местам по длине рельса. Многими исследователями-практиками отмечалось, что стыки рельсов, даже сваренные и прошлифованные, могут благоприятствовать волнообразованию. Такую же роль могут играть точки прикрепления рельсов к основанию и, особенно, жесткое крепление к жесткому основанию. Размещение шпал на определенном расстоянии и всякая неровность, неоднородность поверхности рельса могут дать повод к наметке вибрационных волн с узловыми точками, приуроченными к определенным местам по длине рельсов. Вполне естественно, что

образовавшиеся, хотя и слабые волны, по согласованные со скоростью движения колес и периодом собственных колебаний рельса данного типа, в данных условиях укладки обусловят наметки волн по длине рельсов, которые последующими скользящими ударами колес будут усиливаться.

Кроме указанного условия конструкции пути, размещение на определенном расстоянии колес подвижного состава может также обусловливать возникновение наметки волнообразования.

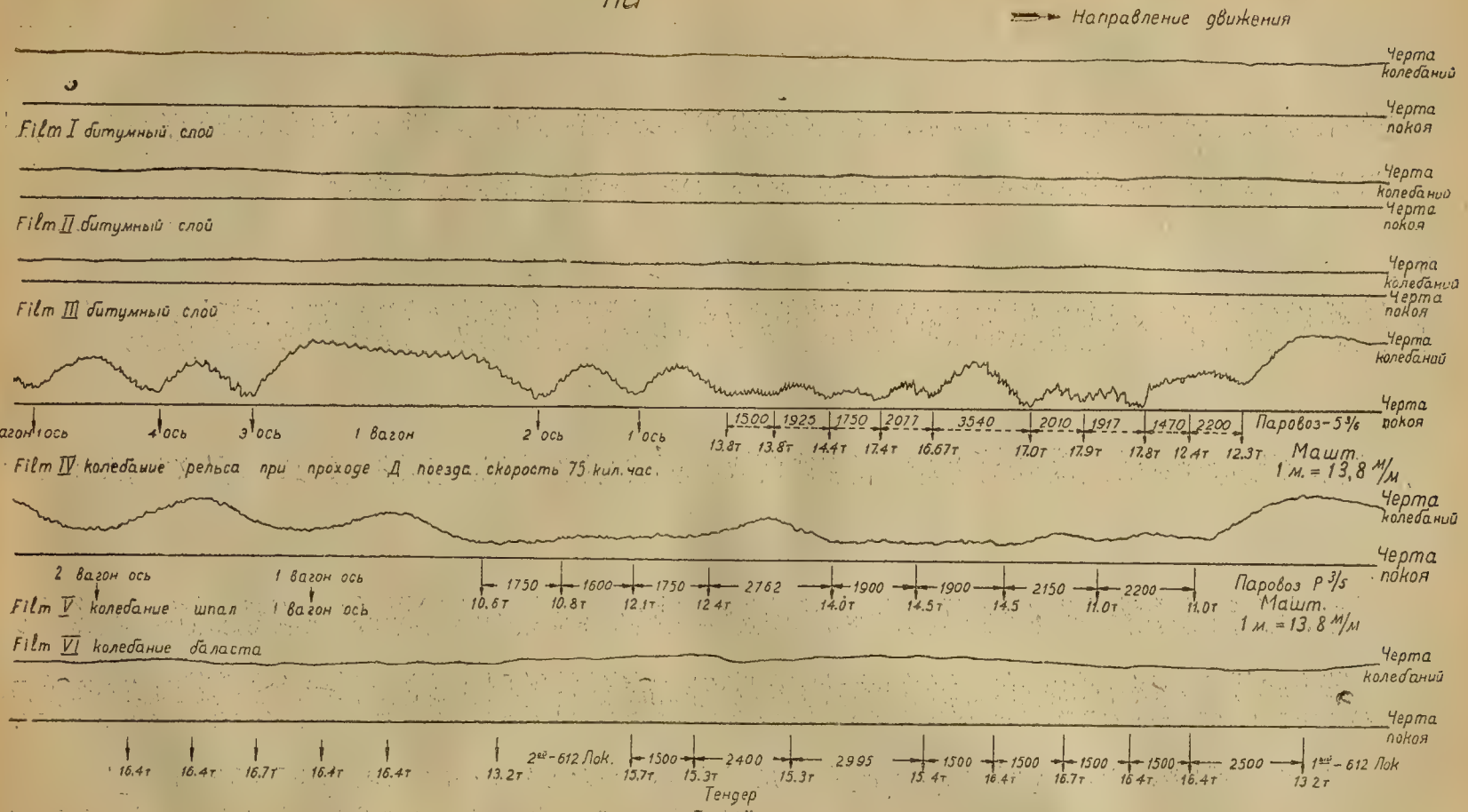
Рассмотрим рельсовый путь, практически совершенно прямой и ровный в геометрическом и физическом отношениях. По этому пути катятся два колеса на определенном расстоянии друг от друга и вызывают в рельсах колебание, распространяющееся со скоростью 5300 *м* в секунду, причем каждое колесо будет отправлять волну в двух направлениях: вперед и назад. Переднее колесо будет получать удары рельса от вибрирования, произведенного задними колесами, а заднее — от передних. Эти колебания составят некоторую систему, движущуюся со скоростью колес. В координатной системе, движущейся со скоростью колес, колебания имеют устойчивый характер, сохраняя неизменную конфигурацию и расположение пучностей и узловых точек. Если такая система двух колес впервые катится по рельсам, то скользящие удары колес будут воздействовать абсолютно однообразно и вне какой-либо связи с теми или иными точками по длине рельсов. Но такой первый проход двух колес вызовет наметку волнообразования, хотя бы и дифференцированного порядка, согласованного с природным тоном рельсов данной укладки и приуроченного к каким-то точкам по длине рельсов. Подсчет подобного воздействия подвижного состава представляется возможным сделать, исходя из экспериментирования Фаатца [1]. Из приведенной им диаграммы (фиг. 5) можно усмотреть, кроме больших, два типа мелких колебаний рельсов, вероятно, соответствующих прогибам рельсов и смятию шпал. Из этих мелких колебаний одни посильнее дадут 4,5 встреч волн на протяжении 1 *м* пройденного пути вторым колесом, другие послабее дадут 9 встреч на 1 *м* пути. А так как поезд двигался со скоростью 75 *км* в час или 21 *м* в секунду, то каждое колесо системы при такой же скорости получало $4{,}5 \cdot 21 = 95$ ударов в секунду посильнее и $2 \cdot 95 = 190$ ударов в секунду более слабых, чему будут соответствовать волны 22 и 11 *см*.

При трамвайных скоростях примерно в три раза меньших, это привело бы к длинам волн в 7 и 3,5 *см*, ибо частота собственных колебаний рельса останется почти той же самой, т. е. 95 и 190 колебаний в секунду. Волны в 7 *см* были бы более сильными. Конечно, наметка волн подобного единичного пробега будет ничтожной. Последующие пробеги вагонов могут ее сглаживать. Но возможны и повторения произведенной наметки до таких размеров горбин и впадин, что дальнейшее прогрессивное волнообразование сделается неизбежным. К этому следует добавить, что на трамвайных линиях с интенсивным движением, обычно страдающих от ВИР, бывает в ходу два, три и даже четыре вагона. Это осложняет явление резонанса волн и может приводить к наложению волн, т. е. усилению периодических сжатий между рельсом и колесом.

С этой точки зрения поезда в 2, 3 и 4 вагона, да еще одного типа, должны давать наиболее опасные резонансы волн. Дальнейшее увеличение числа вагонов приводит к своего рода перекрытию, хаотизации вибрационных явлений, к погашению вибраций. Поезда большего количества вагонов разных типов и нагрузок на ось паровых железных дорог должны создавать этого рода полезную хаотизацию вибраций рельсов для предотвращения ВИР.

---

[1] Organ für die Fortschritte des Eisenbahn, 1 мая 1931 г., стр. 218.


Направление движения
Черта колебаний
Черта покоя
Film I битумный слой
Film II битумный слой
Film III битумный слой
Film IV колебание рельса при проходе Д поезда скорость 75 кил. час.
Film V колебание шпал
Film VI колебание балласта
1 вагон ось
4 ось
3 ось
1 вагон
2 ось
1 ось
1500 1925 1750 2077 3540 2010 1917 1470 2200
13.8т 13.8т 14.4т 17.4т 16.67т 17.0т 17.9т 17.8т 12.4т 12.3т
Паровоз-5 3/6
Машт. 1 м. = 13,8 м/м
2 вагон ось
1 вагон ось
1750 1600 1750 2762 1900 1900 2150 2200
10.6т 10.8т 12.1т 12.4т 14.0т 14.5т 14.5 11.0т 11.0т
Паровоз Р 3/5
Машт. 1 м. = 13.8 м/м
16.4т 16.4т 16.7т 16.4т 16.4т
13.2т
2ев-612 Лок.
1500 2400 2995 1500 1500 1500 1500 2500
13.7т 15.3т 15.3т 15.4т 16.4т 16.7т 16.4т 16.4т
1ев-612 Лок
13.2т
Тендер

Фиг. 5.

Если совместить физико-механическое объяснение Бомонта с суждениями о вибрации и резонансе, то окажется, что местные благоприятные условия образования узловых точек в координатной системе рельсов, натуральный тон рельса и резонансные совпадения колебаний элементов пути и подвижного состава действительно могут создавать условия для осуществления физико-механического процесса, описанного Бомонтом.

Особенно подчеркиваем, что признание в явлениях вибрации той первопричины, которая всегда имеется налицо и ждет только повода, чтобы вызвать образование стоячих волн в координатной системе, скрепленной с рельсами, необходимо для объяснения образования первичных волн. Как только начальные волны появились, то, попадая в резонанс со всей сложной системой колебаний элементов пути и подвижного состава, удары колес, катящихся по определенно неровной поверхности рельсов, создают условия, развивающие прогрессивное волнообразование.

В этой вторичной фазе прогрессирования ВИР качество металла и устойчивость основания должно иметь большое значение. С этой точки зрения интересно рассмотреть теорию, предложенную Томасом, квалифицированную на Международной конференции железных дорог местного значения в Гааге, как новую [1].

Эта теория сводится к следующему: «Причина ВИР — неравномерное сопротивление, которое встречает рельс в балласте, вследствие чего происходит неравномерный его прогиб».

С точки зрения вибрационной теории возникновения ВИР гипотеза Томаса может считаться жизненной в двух направлениях:

1) Если путь был неудачно спроектирован и построен в отношении предупреждения ВИР, то расстройство основания может привести к образованию точек по длине рельсов, обусловливающих местные вибрационные явления, а следовательно и ВИР.

2) Отсутствие дренажа приводит к сезонной большой зыбкости основания. Это может создавать удобные условия для увеличения вибрационных явлений, связанных с определенными точками.

Томас приходит к выводу экономической целесообразности устройства рационального дренажа основания для отвода сточных вод. Постановлением Международного конгресса по поводу доклада Томаса польза дренажа признается, но, в виду дороговизны, рекомендуется обходиться более дешевым покрытием мостовой вдоль рельсового пути водонепроницаемым слоем.

В условиях Ленинграда следует учесть изменение уровня почвенных вод, имеющее громадное значение для большей части города. Ленинград находится в исключительно неблагоприятных условиях, благодаря периодическим подъемам почвенных вод весной и осенью, а также зимним частым сменам морозов и оттепелей.

Наводнение 1924 г. отразилось даже на фундаменте многих строений и вызвало осадки домов, размыло большую длину водостоков.

К этой же группе вредных условий относится также расстройство креплений рельсов и изменение напряжения в рельсах, благодаря колебаниям температуры. Однако переменные условия температуры с защищаемой точки зрения вредны не непосредственно: они расширяют возможности резонансных комбинаций в сложном комплексе вибраций основания, рельсов и подвижного состава и тем самым могут способствовать возникновению начального волнообразования.

Естественно, что хорошее шлифование мест сварки рельсов и начальных волн, упругие прокладки при креплении рельсов к бетонному основа-

[1] Verkehrstechnik, № 24, 1932 г.

нию, упругие свойства деревянных шпал, – все эти мероприятия смягчают или сглаживают наметку узловых точек вибрирования, а следовательно, уменьшают ВИР.

Явления, сопровождающие ВИР

Резонансные соотношения между колебаниями рельсов, пути и колебаниями подвижного состава при разных скоростях движения создают большое разнообразие возможных комбинаций и могут приводить к очень различным следствиям. С этой точки зрения заслуживают внимания все отмечавшиеся и еще не объясненные явления, сопровождающие ВИР.

Интересно проверить указания на то, что иногда наблюдалось сдвижение уже образовавшихся волн в направлении следования вагонов, если движение происходит только в одном направлении. Должно быть также проверено указание Шварца и Гунлейфа [1] на то обстоятельство, что волны неодинаковы, что наблюдается регулярное чередование волн большей высоты через волну или через несколько волн. Эти явления и, главное, самая периодичность волн, в зависимости от разных типов рельсов и разных условий укладки, должны быть изучены и измерены в единицах длины и времени.

Фиг. 6.

Такое явление, как быстрая наметка слабых волн на новых рельсах и затем быстрое их исчезновение, должно быть тоже тщательно изучено. Весьма возможно, что в данном случае действительно имеется некоторое усиление волн производственной прокатки и затем их сглаживание, благодаря тому, что их периодичность не соответствовала периоду собственных колебаний рельса при данной укладке.

Особый интерес представляют для выяснения происхождения ВИР испытания поверхности на наклеп приборами Бринеля и Шора на гребнях и впадинах и промежуточных точках.

Как уже отмечено некоторыми исследователями, что волны (износа) не являются симметрично синусоидальными.

При этом, как было установлено Аманом, наибольший наклон расположится, как показано на черт. 6 штриховкой, в зоне наиболее интенсивного вибрационного удара рельса о колесо. Это наблюдение удостоверяет, что ВИР характерен волнами рефлексорного типа.

По мере развития образовавшегося ВИР, вибрационные явления будут осложнены ударами колес о гребни, рассмотренные теоретически Вибером. [2] Это должно вызывать сотрясения в элементах подвижного состава, тем более сильные и своеобразные, чем сильнее волнообразный износ. Могут наступить новые, как резонансные, так и перебойные соотношения колебаний. Полагаем, что то непостоянство волнообразования, которое во многих докладах отмечает Буссе, как довод против вибрационной теории, есть следствие именно этих сложных условий возникновения сотрясения и ударов колес о рельсы.

В отношении возникновения ВИР, способность к вибрации элементов пути имеет то важное значение, что типы рельсов в условиях их укладки уже определяют природную длину волны и местоположение узловых точек.

[1] Comptes Rendus des Congrés Internationales des chemin de fer local, 1912 г. Осло.

[2] Verkehzstechnik, № 24, 1908 г.

Разнохарактерность же вибрационных воздействий проходящих вагонов в общем итоге дает совершенно бессистемную массу толчков, нажимов и выфрезирований. Только случайное совпадение с периодом колебаний рельсов может вызвать взаимный резонанс.

Но раз образовалась хотя бы слабая группа волн, то уже создаются благоприятные условия для возникновения сотрясений и вибраций в элементах подвижного состава, приуроченных к данным точкам пути. В таком случае могут наступить условия, особенно благоприятные для резонанса.

Это может иметь место в тех случаях, когда с природной периодичностью вибрации рельсов совпадут: толчки от действия зубчатой передачи, вибрации скручивания ведущей оси, несимметричного расположения передачи, неравенства диаметров колес одного ската, пробеги путей разной длины колесами одного ската на кривых, несимметричной нагрузки или разной упругостью рессор над одним скатом, вибрации тела самих колес, перегибных вибраций оси. Возможен резонанс между вибрацией в рельсах и вибрацией, вызываемой торможением или пусковым усилием двигателя.

Наложение волн при малой разности периодов колебаний приводит к периодическому нарастанию и затуханию, к так называемому биению. Вообще закон сложения колебаний допускает большой простор для различных комбинаций. Поэтому, чтобы проверить защищаемую гипотезу, необходимо собрать большое количество опытного материала.

В своем докладе Д. Д. Юнг [1] указывает на перенапряжение рельсов от изменения температуры, происходящее потому, что сваренные рельсы не имеют возможности свободно удлиняться и сокращаться, приходят к максимальной величине напряжения от действия температуры в 20 000 фунтов на кв. дюйм. В докладе высказывается предположение, что такое перенапряжение может благоприятствовать волнообразованию. Суждение Д. Д. Юнга следует признать правильным.

В одном из произведенных автором настоящей статьи опыте по исследованию звуковых волн было установлено, что в сжимаемых твердых брусках, пока нет их изгиба, бруски понижают тональность пропорционально силе сжатия. Таким образом, твердое тело может рассматриваться до некоторой степени, как натянутая струна.

Замощенный трамвайный рельс растягивается в морозы и сжимается в жаркие дни, не имея возможности сколько-нибудь сильно выгибаться в стороны. Это расширяет возможность резонансных совпадений между вибрацией рельса и различными другими колебаниями элементов пути и подвижного состава. Следовательно, начальное возникновение волн может обусловливаться температурными переменами.

Следует проверить указание Аккермана [2] на то, что гребням одной нитки колеи соответствуют впадины на другой нитке. Вероятнее всего, что это явление происходит на кривых, пока вибрация от кручения господствует над вибрацией от скользящего удара.

Большой интерес представляет также проверка указания Гельсингфоргской трамвайной компании на то, что волны ВИР тем мельче, чем рельс больше зажат мостовой [3].

Изъязвление поверхности катания рельсов окислением, а также выжигание электрическим током должно действовать на структуру металла и способствовать ВИР [4].

Наличие изъянов на бандажах колес и вообще неисправное состояние подвижного состава очень способствуют появлению на рельсах выбоин.

---

[1] Доклад о волнообразном износе рельсов. Electric Traction 10/10, 1928 г.
[2] Electrical Traction, январь 1928 г.
[3] Доклад Буссе — 1910 г. в Брюсселе.
[4] Трамвайный бюллетень № 12, 1929. Статья инж. Целибеева.

Хотя периодичность подобных выбоин может и не совпадать с природной периодичностью вибрирования рельсов, но намечающиеся по длине рельсов точки вызывают вибрационные сотрясения частей подвижного состава и рельсов и способствуют волнообразованию.

Отыскивая логическое объяснение причин ВИР, нельзя признать основной причиной волнообразования только качество металла. Однако, оно является фактором, который правильно был выделен в первую очередь для исследования, ибо, как и оказалось на практике, улучшение качества металла—наиболее доступный путь для борьбы с ВИР.

Рассмотренное волнообразование третьей группы недостаточно отделялось от явления выфрезировывания рельсов крутильными вибрациями осей скатов и от сложного комплекса колебаний различных частей вагонов. Экспериментирование должно быть так поставлено, чтобы получить количественные данные о числе колебаний раздельно для различных причин, вызывающих вибрации.

Намечаемые сейчас пути исследования ВИР требуют серьезного экспериментирования. Правильно указывает Фаатц[1], что опыты должны быть сделаны в разных условиях пути при различных условиях прохода подвижного состава (при разных скоростях, нагрузке, типе рельсов, грунтовых условиях и т. д.). Для этой цели Фаатц предлагает применять изобретенный им прибор.

Однако, сам Фаатц указывает на некоторые недостатки своего прибора. К этим указаниям следует добавить, что прибор Фаатца неприменим в условиях большей части трамвайных линий. Его можно было бы применять там, где путь выделен из мостовой в особое полотно и позволяет установить кинематографическую часть аппарата в непосредственной близости к рельсам.

Для кинематографических снимков вибраций элементов подвижного состава прибор Фаатца нельзя установить в вагоне.

В работе автора настоящей статьи предлагается и приводится схематическое описание акустического прибора для выделения вибраций от 34 до 167 колебаний в секунду, соответствующих длинам волн от 5 до 20 *см*. Этот более дешевый прибор не требует специальной установки, может быть использован для исследования колебаний как элементов пути, так и подвижного состава и мог бы быть полезным для предварительных исследований частоты колебаний.

Подводя итог суждениям, относящимся к третьей группе волнообразования, укажем следующие выводы:

1) рельс должен быть так рассчитан, чтобы его природный тон вибраций не создавал благоприятных условий для резонансного созвучия с вибрациями, возникающими при наибольших принятых скоростях движения вагонов;

2) для того, чтобы резонансность между различными вибрационными колебаниями была минимальной, полезно укладывать рельс на прочное основание и прокладывать между рельсами и устойчивым основанием упругие прокладки, играющие роль сурдинок, т. е. обладающие такими вибрационными свойствами, которые значительно разнятся от вибрационных свойств как рельса так и основания. При этом, если, например, основанием является бетонный слой, а между ним и рельсами прокладываются деревянные шпалы, то расстояние между шпалами должно быть проверено в отношении резонансного созвучия.

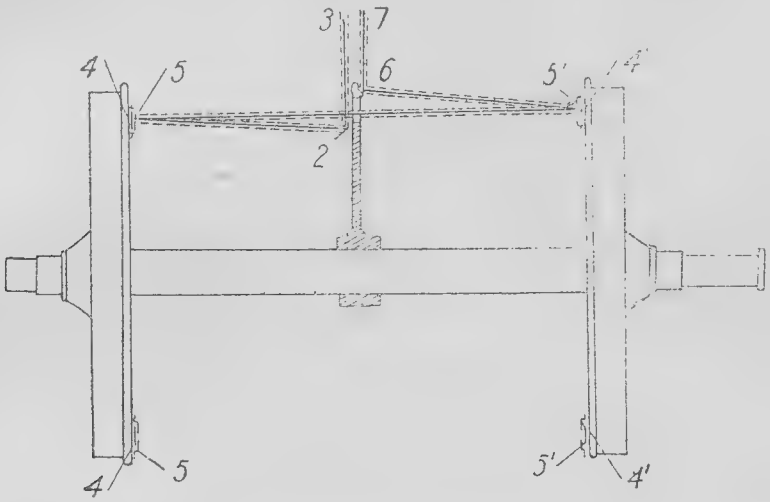
Волнообразный износ, относимый к первой группе изучаемых явлений, как было указано, разделяется на:

[1] Organ für die Fortschritte der Eisenbahn, май 1931 г., стр. 218

а) зависящий от разной длины ниток рельсовой колеи на кривой;

б) возникающий, вследствие несимметричных воздействий элементов подвижного состава.

В обоих случаях волны получаются, благодаря тангенциальным периодическим силам, прилагающимся к поверхности соприкосновения бандажа

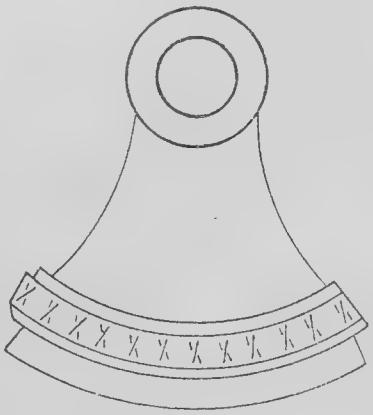


Фиг. 7.

и рельса. Силы эти есть следствие вибрационных крутильных процессов оси одного ската.

Для исследования ВИР, отнесенного к первой группе, нужно получить опытные количественные данные о крутильных вибрациях оси от разных вышеуказанных причин. Такой прибор можно построить по схеме, изображенной на фиг. 7 и 8.

На ось ската насаживается державка № 1, не участвующая во вращении оси. Место, на котором державка насаживается, тщательно протачивается, чтобы державка не вибрировала от неточной насадки. В моторном вагоне державка может крепиться к корпусу мотора. В державке укрепляют два наклонных зеркала или призмы полного отражения. На полу вагона устанавливается над зеркалом № 2 оптическая система, посылающая параллельные лучи в плоскости, определяемой линиями 3—2 и 2—4. К колесам пригоняются зеркальные шайбы 4—4 и 4″—4″, которые прижимаются к колесам шайбами 5—5 и 5″—5″ с прорезами один против другого, но разно наклоненными и образующими крест.



Фиг. 8.

Вибрации оси будут изменять относительное положение колес, и точка пересечения прорезей будет подниматься или опускаться. Вследствие этого луч от зеркала № 6 будет отходить, удаляясь от средней линии луча, проведенной сплошной линией, как показано на фиг. 7 пунктиром.

Это отклонение может быть зарегистрировано кинематографически

Экспериментальное исследование крутильной вибрации оси будет полезно произвести как над осью с электродвигателем, так и без него. Опыты следует производить раздельно на кривых и на прямых при разных указанных ассиметриях элементов вагонов подвижного состава, заведомо вводимых в действие. Такие причины ВИР, как несимметрия нагрузки рессор, диаметра колес и т. д., подлежат во всяком случае устранению от таких условий, как кривой путь, зубчатая передача, несимметрия передачи движения от двигателя, торможение и пуск в ход.

Различное давление на колесо одного ската устранимо лишь частично. Оно должно быть экспериментально исследовано обособленно.

Причины волнообразного износа, отнесенные ко второй группе, могут быть экспериментально исследованы предложенным акустическим прибором, а частью наблюдениями с секундомером и тахометром, показывающим число оборотов оси вагона. Грубо ориентировочно можно указать на следующие колебания: продольные колебания вагона с периодом около 1,5 сек., боковые—с периодом около 0,5 сек., виляния вагона с периодом около $^2/_3$ сек. Кроме того, по стуку всего вагона во время полного хода можно различать периоды от $^1/_3$ до $^1/_{12}$ сек., а по звуку можно улавливать некоторый тон гудения зубчатой передачи.

Повторяем, что в общем воздействие подвижного состава получает связь с определенными точками по длине рельсов только после возникновения хотя бы начального волнообразования. До этого причины, отнесенные ко второй группе, как не связанные с определенными точками на рельсах, могут вносить лишь разнобой в периодичность волнообразования. Если предположить, что все остальные причины первой, третьей и четвертой групп доведены до минимума, то борьбу с причинами второй группы волнообразования только и можно вести пользованием подвижного состава разнохарактерной конструкции с помощью машин для шлифовки рельсов или лучше вагона, приспособленного к шлифовке зачаточного волнообразования на ходу.

Рассмотрим следующие два интересных примера воздействия подвижного состава на рельсы. Неоднократно высказывалось мнение, что уменьшение базы вагонов должно содействовать волнообразованию. Период качания и виляния кузова вагона зависит от момента инерции вагонов относительно среднего сечения, а не от базы. Следовательно, в данном случае речь может итти о волнах около метра длины и больше. Но, кроме того, уменьшение базы может увеличить нажим на рельс, но за счет уменьшения остроты воздействия (протяжения воздействия во времени). Также назидателен второй пример. Давно известно, что противовесы паровозов обусловливают добавочное давление колес на рельсы, а в железнодорожной практике ВИР незначителен, хотя скорости поездов больше, чем трамвайные.

Сообщения генерального секретаря Международных конгрессов де-Б а к к е р и директора Парижского трамвая инженера Б а к к е р и с выясняют, что конструкция скатов с резиновыми подкладками между колесным центром и бандажом с успехом получила практическое применение в Бельгии и Франции и в значительной степени ослабляет силу и резкость ударов бандажа о рельсы. Езда в вагоне делается беззвучной.

Если исследования, описанные выше звуковым аппаратом, позволяют уловить колебания различных элементов подвижного состава с частотой порядка от 40 до 200 периодов в сек., то будет полезно строить поезда из моторного и прицепных вагонов на вышеуказанных колесах с резиновыми амортизаторами и тем ослабить вибрацию элементов подвижного состава, вызывающую ВИР.

Имея в виду возможное влияние вибраций частей подвижного состава на ВИР, следует обратить внимание на то, чтобы вагоновожатые произ-

водили торможение и пуск в ход возможно более плавно. Необходимо установить наблюдения за величиной диаметров колес одного ската и их своевременной переточкой, за параллельностью скатов в вагонах, одинаковой упругостью рессор над одним скатом, постоянством поперечного разбега в скатах и в буксах, за удовлетворительным состоянием зубчатого сцепления и за состоянием креплений частей вагонов. Практики трамвайного дела указывают, что спиральные рессоры в отношении образования ВИР хуже листовых.

В технической литературе по отношению четвертой группы причин ВИР особенное внимание заслуживают работы Томаса, установившего роль основания путей и пользу их дренажа[1]. Доводы Томаса, основанные на практическом опыте, вполне убедительны. Дренаж сохраняет неизменными свойства основания пути и, если это основание соответствует своему назначению и рассчитано так, чтобы предотвращать ВИР, то сохранность основания получает серьезное значение. Но с теоретической точки зрения только экспериментальная проработка, предложенная Фаатцем, может дать основной опытный материал для научных выводов и учета рентабельности затраты на дренаж пути.

Добавим, что на Международном конгрессе в Гааге [2] защита дренажа признана обоснованной, но как мера борьбы с ВИР слишком дорогой. Постановлением конгресса рекомендуется устраивать покров мостовой близ рельсов так, чтобы помешать проникновению осадочных вод в основание пути.

ВИР на путях Лентрамвая

На путях Лентрамвая ВИР замечен около 11 лет тому назад. К осени 1932 г. было поражено волнами около 5% протяжения сети. Явление быстро прогрессировало, и весной 1933 г. оно замечалось на гораздо большем протяжении путей.

Для настоящего исследования Лентрамваем был составлен список всех 45 участков сети, на которых наблюдается ВИР, с указанием: длины участка, количества погонных метров, пораженных ВИР, типа основания, типа рельсов, года укладки и характера последнего ремонта рельсов.

В дополнение к этому списку Лентрамвай составил список особенно характерных мест волнообразного износа, в который также включил сведения об общем износе рельсов и некоторые частные замечания.

После осмотра мест, пораженных ВИР, было решено вырезать 8 кусков рельсов длиной 1,3 *м*, из них 4 типа *В* трамвайного и 4 типа *Ф*. Причем для каждого типа рельсов избрано одно место с сильным волнообразным износом и одно—со слабым. На каждом месте было взято (из одного и того же рельса или из соседних) по отрезку с волнообразованием и без такового. Это было сделано с той целью, чтобы иметь возможность сравнивать качество металла рельсов, пораженных ВИР и непораженных им, но во всех остальных отношениях бывших в одинаковых условиях. Из всей просмотренной литературы только в одном журнале[3] было указание на проделанное подобное сравнительное исследование. При таком отборе образцов рельсов для исследования, имелось в виду выяснить влияние качества металла и типа рельсов на возникновение ВИР.

Из результатов исследований образцов рельсов, сделанных Институтом металлов, надлежит сделать следующие выводы:

[1] Verkehrstechnik, № 1—2, 192 г.
[2] Ibiden w 2 , 1932 г.
[3] Electric Railway Jourrnal, т. 12, сент. 1930 г.

1) по химическому составу процентное содержание серы выше нормы, и в одном образце предельное содержание фосфора;

2) испытания на разрыв показали нормальные качества;

3) определение твердости по Веллеру свидетельствует о том, что нет закономерной связи между различными точками гребней и впадин волн и повышением твердости металла от наклепа. При испытании твердость проверялась вдоль поверхности катания рельсов в нескольких параллельных рядах точек. Получились самые различные, хаотические результаты отвердения. Твердость варьировала совершенно бессистемно от нормы (по Бринелю) 200 единиц до 240—300 единиц;

4) металлографический анализ показал неудовлетворительность структуры металла (крупнозернистость, обилие включений), что вместе с сернистостью металла благоприятствует общему износу рельсов. Надо напомнить, что многими практиками отмечалось, что ВИР сопровождается быстрым общим износом;

5) наиболее пониженная точка впадин волн смещена в направлении движения. Это указание не совпадает с указаниями других исследователей, по которым в направлении движения смещается повышенная точка гребней. Промеры конфигурации волн делались крайне неточно, так как не было необходимых измерительных средств. Поэтому это указание Института требует в будущем проверки и уточнения.

В общем заключение свидетельствует об одинаковых качествах металла, как кусков, пораженных ВИР, так и гладких.

Из этих первых попыток путем анализа образцов подойти к выяснению причин ВИР следует сделать вывод, что в будущем, целесообразнее делать массовые упрощенные испытания на твердость поверхности катания рельсов и одновременное, но уточненное измерение волн без снятия рельсов с пути, ограничиваясь заводскими данными о качестве металла рельсов. При этом необходимо требовать от заводов-поставщиков данных о качестве рельсов применительно к нормам приемки, составленным с учетом явления ВИР.

Для обобщения выводов необходимо сделать исследование значительно большего количества рельсов, но уже и сейчас Институт металлов высказывается за увеличение содержания углерода до 0,55—0,60%, что не противоречит данным иностранной практики. Так, например, парижский трамвай употребляет рельс с содержанием углерода 0,64 и 0,65%. Такое повышение содержания углерода, конечно, не представляет специального мероприятия борьбы с ВИР: оно повысит вообще срок службы рельса. Но, повторяем, наблюдения практиков сводятся к тому, что рельсы, хорошо сопротивляющиеся общему износу, также лучше сопротивляются и ВИР.

Как указывалось, явление ВИР в Ленинграде прогрессирует. Это есть следствие увеличения интенсивности движения и ненормального порядка ремонта пути. Зачастую рельсы, достаточно послужившие и получившие общий предельный износ, оставляются на сверхсрочную службу. Приходится довольствоваться рельсами неудовлетворительных качеств, что и отмечено Институтом металлов. Ремонт основания зачастую производится со значительными опозданиями.

Отмечаем следующие трудности в ленинградских условиях: зыбкий грунт, заморозки и оттепели, поддержание в исправном состоянии смычки мостовой одежды с рельсами. Почти во всей сети можно наблюдать участки расстройства торцовой, булыжной и асфальтовой одежды близ рельсов. Причем расстройство появляется вскоре после перекладки рельсов и замощения наново.

На путях с развитым ВИР наблюдается совпадение особенно углубленных волн с расстройством мостовой около рельсов.

В Ленинграде грунт умеренно разнохарактерный, но требуется исследовательская работа по изучению его свойства с точки зрения сохранения устойчивости расположенного на нем рельсового пути. Дренаж ленинградских путей должен быть сообразован с тем, что грунтовые воды близки к поверхности и их уровень изменчив, а также с разрушительным воздействием морозов и оттепелей. К этому следует добавить, что принятый шпальный тип основания за границей мало исследован в отношении ВИР. Почти все данные технической литературы о ВИР относятся к рельсам, уложенным на бетонном основании.

Однако много вероятности за то, что выводы Томаса применимы и к шпальному основанию в условиях ленинградского грунта. Поэтому там, где есть возможность с умеренными затратами устроить дренаж пути, следует придержаться его практических указаний и достигнуть этим устойчивости основания.

С точки зрения вибрационной теории, идеальным основанием представляется бетонное с прокладкой между рельсом и бетонным слоем сплошного упругого лежня, например, дубовых брусьев, заделанных в бетон. При этом, конечно, основание необходимо защитить от разрушительного действия вод.

В отношении пути и рельсов наблюдения и специальные исследования должны происходить в течение различных периодов года по сезонам.

Общее указание относительно основания сводится к тому, что оно должно быть рассчитано в соответствии с условиями грунта, тщательно построено, а во время эксплоатации бдительно поддерживаться в исправном состоянии. Например: расстройство мостовой около рельсов необходимо ремонтировать в начале возникновения такового.

Вопрос борьбы с ВИР находится в Ленинграде в зачаточном положении. Только за последнее время приступлено к регистрации и наблюдению наиболее интересных особенностей ВИР. Однако, эти наблюдения еще не так поставлены, чтобы гарантировать их систематичность и точность.

Из прежних наблюдений на путях Лентрамвая следует отметить ВИР около стыка при переходе с прямой на пологую кривую на ул. Комсомола. В этом месте грунт хороший, основание — шпалы и песок, направление движения с прямой на кривую и стык более легкого рельса с более тяжелым. Перед стыком на прямой наблюдается волнообразование с длиной волны 5—8 *см*. Сейчас же после стыка на более тяжелом рельсе, на протяжении около 4 *м* волн нет, затем идет волнообразование, усиливающееся, но несколько более коротких волн. Создается впечатление, что стык перехода с более легкого рельса на более тяжелый ликвидировал волнообразование на прямой и уже новая причина вызвала волнообразование на кривой.

Конечно, единичное наблюдение для решительных выводов недостаточно. Тем не менее явление настолько хорошо выражено, что дает некоторое подкрепление для защиты той гипотезы, которая утверждает, что основной причиной ВИР является вибрация в рельсах, основании и в частях подвижного состава.

Анализ металла рельсов — химический, механический и металло-графический,— сделан Институтом металлов, при участии проф. И. А. Байкова и Д. В. Кутырина. В своем заключении Институт устраняет металл рельсов, как фактор, влияющий на волнообразование в данном случае, и лишь отмечает недостаточную твердость стали, несколько больший процент фосфора и сравнительно малый процент углерода.

На основании этого анализа и, учитывая особенности волнообразования в Ленинграде, следует признать, что основной причиной возникновения волнообразного износа рельсов на путях Лентрамвая является не соот-

вследствие мощности путевого устройства действующим на него динамическим нагрузкам. Это усугубляется плохим состоянием подвижного состава и расстройством путевого устройства, вызванных недостаточным и запаздывающим ремонтом. Действительно, условия движения и динамическая нагрузка изменились: увеличилась нагрузка на ось, увеличились скорость и интенсивность движения, появилась неравномерность нагрузки (висящие с внешней стороны вагона пассажиры). Наконец, целый ряд дефектов подвижного состава, вследствие запаздывания ремонта. С другой стороны, мощность пути не только не возросла, но уменьшилась вследствие чрезмерного износа рельсов и применения недостаточно мощных типов. Расчет существующих конструкций пути в новых условиях движения показал, что путь перегружен. Недостаточная толщина балласта дает перенапряжение грунта, что усугубляется отсутствием дренажа.

Чрезмерный износ рельсов, допущенный на некоторых участках (Пр. Володарского), дает перенапряжение рельса. Запущенность ремонта на некоторых участках увеличивает влияние этих факторов.

В связи с современными условиями движения, очередной задачей является усиление пути, что, в свою очередь, будет наиболее эффективной мерой борьбы с волнообразным износом. Побочными мерами следует признать улучшение содержания подвижного состава. Кроме того, следует пересмотреть последние изменения в конструкции подвижного состава с точки зрения учета факторов, влияющих на волнообразование.

В подвижном составе Ленинградского трамвая имеет место стук во время хода вагона, который явно свидетельствует о повреждениях колес.

Для выяснения возможного влияния зубчатой передачи на ВИР применительно к условиям Ленинградского трамвая, можно привести следующие данные:

Типы передач	Число зубьев большой шестерни	Диаметр большой шестерни	Шаг тангенц. усилий по длине рельсов в *см*
От 35 — Н	88	780	2,78
„ 35 — А	66	780	2,71
Д 56	100	850	2.67
251	91	850	2,93
А — 52	9	850	2.92

Из этих данных вытекает, что тангенциальные усилия, вызывая скольжение бандажа, могут попадать в резонанс с наиболее опасными волнами износа рельсов от 5 до 20 *см* не раньше, как через зуб. Такое попадание может давать некоторое усиление ВИР, но этот фактор не может быть признан основной причиной волнообразования.

Предстоящие исследовательские работы

Для дальнейшего изучения ВИР необходимы:

1) Количественное исследование живых сил, действующих на рельсы при пробеге вагонов, а также прогибов вибрационных колебаний, резонансных явлений пути, как реакции на действие подвижных нагрузок.

2) Экспериментальное исследование числа колебаний вибрирующих частей подвижного состава и пути.

3) Исследование возможностей образования узловых точек колебания рельсов (причинами могут быть: сварка или стыки, соединенные накладками,

промежутки между шпалами, состояние крепления рельсов к основанию, случайные дефекты поверхности катания рельсов, хотя бы слабая наметка волн, но соответствующая периоду вибрации рельсов на данном основании).

4) Экспериментальное и теоретическое исследование возможных резонансных явлений.

В соответствии со всем сказанным, экспериментальные исследования и наблюдения на путях, а также лабораторные исследования образцов рельсов надо начать с момента появления первых наметок волнообразного износа и затем продолжать наблюдения и исследования развития износа в течение 2—3 лет. Работу эту полезно подразделить в соответствии с предложенной выше классификацией явлений ВИР.

Во время исследования ВИР на кривых участках пути необходимо, чтобы состояние пути и подвижного состава было вполне удовлетворительно.

Исследование основания следует делать раздельно в разных условиях грунта и в разных условиях естественного и искусственного дренажа и в условии непреодолимой насыщенности грунта почвенными водами.

Исследование грунта и основания следует делать, главным образом, в начальный период волнообразования и при удовлетворительном состоянии рельсов и подвижного состава.

Вибрационные исследования подвижного состава следует делать раздельно на прямых горизонтальных и наклонных участках и на закруглениях, начиная с исправных участков в отношении ВИР и перехода к максимально пораженным.

Меры борьбы с ВИР указывались применительно к различным причинам, вызывающим это явление, обобщая борьбу с ВИР, можно свести к следующим принципиально различным трем методам:

1) Увеличение способности рельсов сопротивляться деформирующему воздействию, т. е. улучшение качества металла и выработки рельсов, при условии сохранения определенного соотношения между жестокостью рельса и бандажа колеса.

2) Ослабление вибрационных процессов и устранение резонансных соотношений между элементами пути и подвижного состава.

3) Своевременное содержание в порядке пути и подвижного состава и в том числе шлифовка начальных волн там, где общие мероприятия недостаточны.

В заключение дадим ориентировочный частичный подсчет экономического эффекта, который можно ожидать от уменьшения ВИР на путях Ленинграда. Мы касаемся только части экономии потому, что отсутствуют даже приближенные данные для учета увеличения расходов на ремонт пути и подвижного состава при условии возникновения волнообразного износа. А между тем эти расходы могут оказаться не малыми, ибо по данным осени 1932 г. волнообразный износ покрывал около 5% сети Лентрамвая, и глубина впадин доходит до 10 *мм*. Из 383 *км* путей Лентрамвая 57 участников, всего 19 *км* были поражены ВИР. При средней стоимости прокладки пути 100 руб. за метр (цены 1932 г.), это составит сумму капитальных затрат $19000 \times 100 = 1900$ тыс. руб.

В 1928 г. парижским трамваем уже было отмечено достижение 19-летнего срока службы рельсов на участках с интенсивным движением без волнообразного износа рельсов.

По данным Лентрамвая, из 19 *км* пути, пораженных ВИР, около 4 *км* — укладки 1907 г., т. е. служат уже 25 лет, 7,5 *км* — 1917 г., т. е. служили 15 лет и 8 *км* укладки 1922—1926 гг., т. е. в среднем, прослужили 8 лет. При этом иногда допускается чрезмерно развитый волнообразный износ, достигавший до 10 и более *мм* глубины.

Ориентировочный срок службы рельсов правильнее устанавливать, исходя из нормальных условий снабжения трамвая основными материалами. В настоящее время приходится пользоваться короткими обрезками рельсов не трамвайного типа, и, конечно, это должно привести к менее благоприятному результату подсчета.

Существующий тип рельсов «Феникс» с губой и с жолобом 38 *мм* глубины, при бандаже 18 *мм*, дает возможность вертикального износа в 20 *мм*. Откидывая 2 *мм* на зазор между дном жолоба и ребордой, получим 18 *мм* запаса для нормального износа. Считая 1 *мм* износа в год при годовой нагрузке в один миллион тонн, получим нормальный срок службы рельса без ВИР—18 лет.

В наших неблагоприятных условиях грунта можно, при отсутствии ВИР, достигнуть 17-летнего срока службы рельсов. В участках же, поражаемых ВИР, при условиях нормальной эксплоатации, т. е. при обязательной сошлифовке волнообразного износа, достигающего глубины 1 *мм*, можно ориентировочно принять 11-летний срок службы. В таком случае затраченный капитал 1900 тыс. руб. будет погашен на 6 лет преждевременно, или 35,3% затраченного капитала (671 тыс. руб.) надо разделить на 11 лет, чтобы определить годовой убыток только от преждевременной перестройки полотна. Это составит сумму в 61 тыс. руб. в год.

В эту сумму не входят расходы на излишний ремонт подвижного состава и излишний текущий ремонт пути, вызвавший ВИР. Придется также принять во внимание перерасход электрической энергии, вследствие возрастающего при ВИР сопротивления двигателю. В общем добавочный к подсчитанному расход выразится, вероятно, в несколько десятков тысяч рублей в год.

Этот подсчет еще раз подчеркивает полную необходимость всемерной и непрерывной борьбы с ВИР.

Инж. ВАЙНШЕНКЕР, А. И.[1]

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТЯГОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ С РТУТНЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ

I. Введение

Автоматическими тяговыми подстанциями называются такие, на которых в отличие от подстанций, ручного или дистанционного управления, процессы включения электрических цепей производятся комбинированным действием реле и аппаратов защиты и управления, без непосредственного воздействия на них со стороны человека.

Идея автоматизации работы отдельных элементов в электроустановках получила применение и развитие сравнительно давно. От частичной автоматизации техническая мысль сначала в Америке, а потом и в Европе подошла к разрешению вопроса об автоматизации целых электроустановок, как например, гидроэлектростанций, преобразовательных подстанций и т. п. Появление и распространение автоматических установок, было вызвано стремлениями к уменьшению эксплоатационных расходов и к постоянству питания электросетей.

В электротяге эти стремления вызваны развитием сети электрифицированных ж. д. и трамваев и значительной плотностью движения на них. Рост сети потребовал увеличения количества подстанций, а следовательно, также и повышения эксплоатационных расходов. Повышение интенсивности движения вызвало увеличение количества необходимых манипуляций на подстанциях, усложнив работу дежурного персонала и увеличив возможность неправильных и запоздалых включений.

Автоматически действующая установка промышленного значения впервые появилась в США (Детройт) в 1912 г. Это была подстанция с одноякорными преобразователями, оборудованная фирмой Generel Electric C° В 1914 г. близ Чикаго этой же фирмой была пущена в работу первая автоматическая тяговая подстанция с одноякорными преобразователями. В 1928 г. мощность автоматических подстанций в США достигла 300 000 *квт*.

В Европе первая автоматическая постанция (Роттердам, Голландия) была оборудована фирмой Brown Boveri в 1928 г., мощность подстанций, оборудованных только этой фирмой, достигла 40 000 *квт*.

В 1926 г. American Electric Railway Engineering Association провела анкету среди электрических ж. д. Полученные ответы дали следующие данные. Из установленных на подстанциях 750 000 *квт* автоматизировано 25%; из них 68% — городских ж. д., 18% — пригородных и 14% — междугородных. Анкета отмечала факты переоборудования обыкновенного управления подстанций на автоматическое.

У нас в СССР автоматические электроустановки находят свое применение и в электротяге. Первые наши автоматические преобразовательные подстанции были оборудованы в 1931 г. фирмой BBC на электрифицированном пригородном участке Северных железных дорог возле Москвы.

---

[1] Краткое изложение работы под тем же названием, выполненной в 1935 г. автором статьи совместно с инж. М. А. Гуленко. В работе использованы следующие источники: BBC Mitteilungen, AEG Mitteilungen, Siemens Zeitschrift, General Electric Review, фирмовые брошюры и т. д.

По генеральному плану электрификации ж. д. СССР, к концу второй пятилетки, общее количество электрифицированных линий, считая пригородные и курортные предположено довести до 5 000 *км*[1] главным образом, постоянного тока напряжением в 3 000 *вольт* — для междугородных ж. д. и в 1 650 *вольт* — для пригородных. Таким образом для питания электрифицированных ж. д. потребуется значительное количество тяговых преобразовательных подстанций, расположенных друг от друга в расстоянии 25 — 35 *км*. Потребное количество тяговых железнодорожных подстанций к концу второй пятилетки будет выражаться примерно в 150 шт. Установленная их мощность соответственно достигнет 750 тыс. *квт*. Подавляющее большинство железнодорожных подстанций предположено оборудовать ртутными выпрямителями. Исключение составляют ж. д. с горным профилем, подстанции которых в целях применения рекуперации электрической энергии, будут оборудованы моторо-генераторами (около 10% всех подстанций).

В первые годы второй пятилетки предположено только ручное обслуживание подстанций. Далее, по мере освоения производства автоматического оборудования, намечена следующая постепенность перехода к автоматизации: в 1935 г. — 20% автоматических, в 1936, 1937 гг. — 50% автоматических подстанций.

Количество подстанций трамвая предположено довести до 350 — 400 шт.

Московский метрополитен потребует для своей питательной сети значительного количества подстанций (к концу 1937 г. — 35 шт.).

Из этого видно, что перспективы ввода в эксплоатацию большого количества тяговых подстанций ставит во весь рост проблему их управления. Только путем смелого развития автоматизации удастся удовлетворительно разрешить задачу их обслуживания. Кроме того, надежность и экономичность эксплоатации автоматически управляемых подстанций дадут особенно ощутительный эффект в условиях огромного роста их количества и общей мощности.

Сравнивая работу подстанций с ручным и автоматическим управлением, можно прийти к следующим выводам.

Подстанции автоматического управления, по сравнению с ручными, имеют следующие преимущества:

1. Более высокая надежность автоматического управления т. е. сокращение числа ошибок, аварий, возможностей прекращения работы, вследствие случайных выпадений сети из режима и т. п. Это объясняется, во-первых, независимостью работы оборудования от индивидуальных качеств обслуживающего персонала, а, во-вторых, наличием сложной и многосторонней защиты.

Следствием п. 1 является повышение надежности питания тяговой сети.

2. Невозможность несчастных случаев на подстанции, так как персонал отсутствует.

3. Более высокий cos φ и коэфициент полезного действия аггрегатов и всей подстанции в целом, так как аггрегаты работают строго по необходимости, в часы нагрузок не ниже определенного значения.

4. Значительное уменьшение общего числа лиц, обслуживающих подстанцию. На автоматических подстанциях необходимо иметь персонал лишь для периодических осмотров, проверок и специальных работ (чистка или замена частей и т. п.).

5. Возможность дробления мощности одной крупной подстанции между несколькими мелкими, расположенными в более благоприятных по отношению к центру нагрузки местах, вследствие чего могут быть приме-

[1] Журнал «Электрификация железнодорожного транспорта», № 2, 1934 г.

нены кабели меньших сечений, а следовательно и уменьшены капиталовложения. Вместе с тем создается возможность поддержания более постоянного напряжения в контактной сети.

6. Меньшая стоимость зданий, отопления и освещения, так как не нужны бытовые помещения, температуру можно поддерживать минимальной и т. д. Монтаж аппаратуры можно производить мало считаясь с удобствами обслуживания.

Отрицательными качествами автоматических подстанций по сравнению с подстанциями ручного обслуживания являются:

1. Большие капиталовложения с соответствующими годовыми отчислениями, вследствие затрат на автоматику.

2. Трудность локализации больших аварий из-за сложности схемы.

3. Необходимость, в случае аварии, иметь транспорные средства для доставки ремонтных бригад на подстанцию.

4. Повышенная квалификация ремонтного персонала из-за сложности схем и аппаратуры (а следовательно и более высокая оплата его).

5. Затраты на автоматику пропорциональны числу аггрегатов на подстанции.

Нужно сказать, что вопрос экономики автоматических подстанций в настоящее время разработан недостаточно и к тому же весьма скудно освещен в литературе. Выгодность автоматических подстанций зависит от соотношения указанных выше факторов, которые могут быть различны в каждом отдельном случае.

Поэтому к вопросу выбора способа управления подстанцией следует в каждом отдельном случае подходить с осторожностью, сравнивая оба варианта. При этом должны взвешиваться единовременные и эксплоатационные затраты не только по самим подстанциям, но и по всей системе токоснабжения в целом.

Автоматическое управление в тяговых подстанциях теперь применяется для любого вида преобразователя. Но особенное значение имеет автоматизация управления в подстанциях с ртутными выпрямителями, благодаря более легким условиям пуска и эксплоатации последних. Так, например, для автоматизации одноякорного преобразователя устанавливается 38 реле, а для ртутного выпрямителя—29.

II. Общие замечания об аппаратуре автоматической подстанции

Напомним вкратце об операциях, коими осуществляется приведение обычной тяговой подстанции с ртутными выпрямителями в рабочее состояние (пуск).

Измеряется вакуум выпрямителя и, если он удовлетворителен, то зажигают выпрямитель (обычно всегда автоматически). Затем в рубашки выпрямителя и конденсационного насоса пускается охлаждающая вода. Далее включается подогревательный элемент ртутного насоса, чем он пускается в ход, и открывается вакуумный кран.

Потом включением масляного выключателя подается напряжение на аноды, после (или одновременно с этим) включается автомат постоянного тока, благодаря чему выпрямленное напряжение подается на шины подстанции, а оттуда включением фидерных автоматов на линию.

В процессе работы персонал подстанции следит за соответствием количества работающих аггрегатов нагрузке подстанции, за их исправностью и отключает аггрегаты в случае нарушения нормальной работы.

На автоматической подстанции все эти операции должны, очевидно, выполнять различные реле и аппараты.

На современных автоматических подстанциях, в основном, применяются две системы аппаратов автоматического управления.

Первая система состоит в комбинации целого ряда обычных электромагнитных реле, типов, применяемых для различных случаев автоматического управления в других областях техники. Задача управления электроустановками сводится в конце-концов к включению или выключению той или другой электрической цепи. Поэтому вспомогательную цепь для каждого процесса управления можно представить следующим образом: командное реле, дающее первичный импульс, промежуточное реле (распределительное) — контактор привода выключателя главной цепи. Командное реле реагирует на электрическое или физическое изменение условий работы защищаемого или управляемого объекта. К таким реле относятся, например, контактные часы, максимальные, минимальные и термические реле, контактные термометры и т. д. Промежуточные реле устанавливаются в случае, если выполнение указания должно быть замедлено (реле времени) или передано сразу нескольким исполнителям. Контакторы обычно включают цепи приводов (моторных или магнитных) выключателей, включающих или выключающих аггрегаты или вспомогательные аппараты.

Достоинства электромагнитной системы следующие:

1) возможность использования уже существующих стандартных типов реле,

2) несложность и относительная дешевизна ремонта вследствие простоты каждой из единиц системы,

3) более короткий срок восстановления работы после аварий.

Недостатком этой системы являются: сложность схемы соединений, необходимость значительного пространства для размещения реле и большего количества проводов для их связи.

Вторая (электромеханическая) система отличается от первой тем, что промежуточные реле заменены особыми включающими аппаратами, которые здесь, за отсутствием более подходящего русского термина, названы их немецким названием «шальтаппарат».

Аппарат этот имеет приводное и включающее приспособление. Первое состоит из сильного стального подковообразного магнита, между полюсами которого помещен двухполюсный якорек с обмоткой, подключенной к вспомогательной сети переменного тока. На вал якоря насажена спиральная пружина, один конец которой закреплен на валу, другой в специальном штативе.

Во время работы приспособления, якорь под влиянием полей — п о с т о я н н о г о, создаваемого магнитом и с о б с т в е н н о г о п е р е м е н н о г о, а также под действием спиральной пружины, совершает колебательное движение, подобное движению маятника карманных часов. Это движение с помощью храпового колесика передается валу включающего приспособления, приводя его во вращение. На валу насажен целый ряд латунных дисков различной конфигурации, на каждый из которых наложены две неподвижно закрепленные щеточки. При вращении вала диски эти замыкают и размыкают щетки между собой, включая и выключая этим различные электрические цепи. Электрическая схема этих аппаратов, равно как и выполняемые ими функции, рассмотрены далее.

Применение шальтаппаратов вместо реле значительно упрощает схему, но ремонт их сложнее, а изготовление требует большой точности. Кроме того, недостатком такого рода аппаратуры является ее специфичность, т. е. невозможность применения ее для других целей, что при относительно небольшом спросе на нее, сильно удорожает ее стоимость.

Эта система надежно работает на переменном токе, чего нельзя сказать об электромагнитной.

III. Питание вспомогательных цепей

Питание цепей автоматики осуществляется постоянным и переменным токами.

Переменный ток дает упрощенную систему питания от трансформатора собственных нужд и дает возможность применения более высоких напряжений, вследствие чего он более экономичен. Недостаток его заключается в трудности получения надежного контакта из-за дрожания сердечника реле. Поэтому расчет и конструирование реле на переменном токе труднее.

Постоянный ток не имеет указанных недостатков, но требует аккумуляторной батареи или преобразователя.

Цепи контакторов обычно питаются переменным током нормального напряжения (120 — 380 V).

IV. Схемы коммутации автоматических подстанций

Принципиальная схема автоматической подстанции с аппаратами, работающими по электромеханическому принципу приведена на рис. 1.

Способ управления подстанций предварительно определяется следующим путем. На подстанции имеется пять двухполюсных шин управления с диспетчерского пункта, контактными часами, реле напряжения, тока и т. п.

Панель каждого аггрегата подстанции имеет ряд штепсельных гнезд, подключенных к соответствующим шинам управления. Включая в гнезда вилку, присоединяют к ним шальтаппарат управления.

На рис. 1 различные положения включения вилки соответствуют следующим условиям:

a—Включено. Установка работает.

b—Выключено. Установка не работает.

c—Контактные часы. Установка включается и выключается по времени.

d—Термическое реле. Выпрямитель включается в зависимости от нагрева, т. е. нагрузки другого работающего аггрегата.

e—Диспетчерское управление.

f—Минимальное реле напряжения и тока. Аггрегат включается в зависимости от понижения напряжения в тяговой сети и выключается при малом токе (нагрузке).

g—Резерв. Аггрегат берет на себя нагрузку потерпевшего аварию выпрямителя.

С помощью этих приспособлений можно удовлетворять различным условиям эксплоатации.

Предположим, что имеется автоматическая подстанция с тремя аггрегатами. Два из них комплектные, один — резервный.

Один из аггрегатов избирается основным. Для этого включают вилку в гнезда c или f. Тогда аггрегат будет включаться контактными часами (33) по заранее заданному графику или помощью реле напряжения, при падении напряжения в тяговой сети ниже известного значения.

Второй аггрегат назначается вспомогательным, для чего управляющий включением шальтаппарат подключается к гнездам d, к которым подключены термические реле вспомогательного и основного аггрегатов. По достижении основным аггрегатом полной нагрузки, термическое реле на его трансформаторе подает питание на соответствующие шины, и вспомогательный аггрегат включается.

Наоборот, когда нагрузка вспомогательного аггрегата упадет ниже определенной величины, его собственное термическое реле отключит его.

Третий аггрегат назначается резервным. Его аппараты включаются в гнезда g. Шины g получают питание при аварийном выключении какого-либо из аггрегатов. Совершенно очевидно, что назначение каждого аггрегата может быть произведено произвольно и во время эксплоатации.

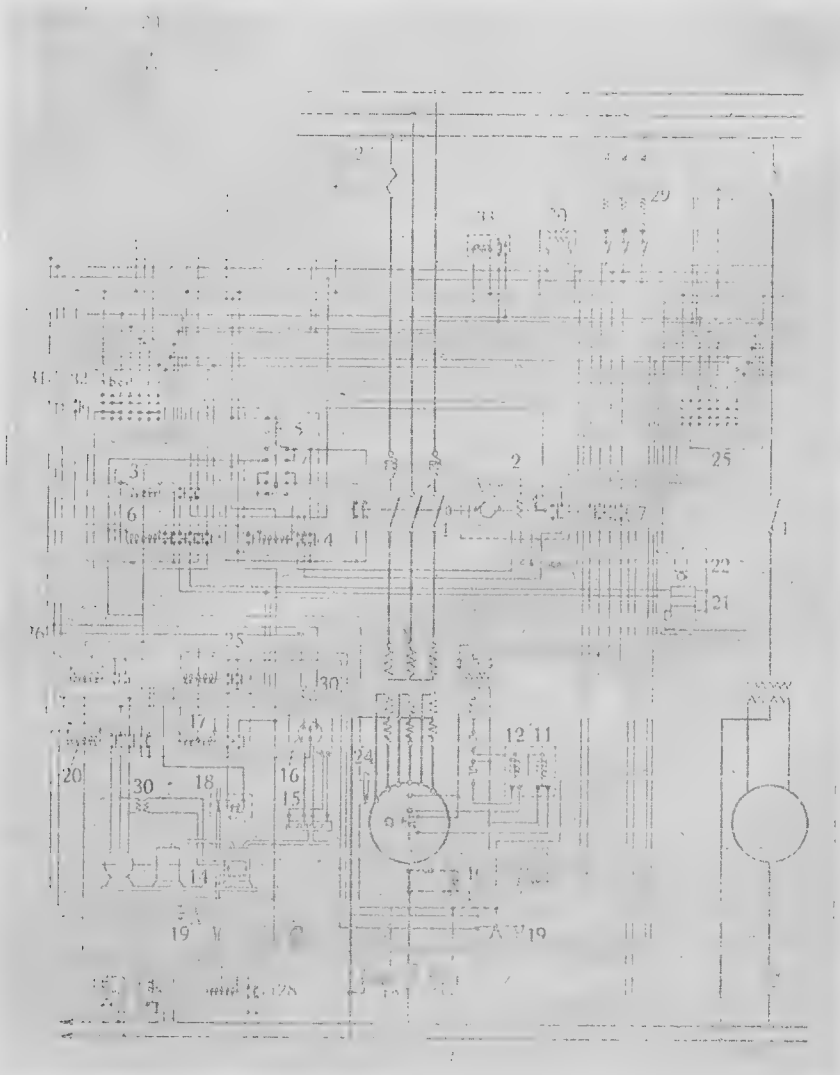


Рис. 1. Принципиальная схема автоматической подстанции с аппаратами, работающими по электромеханическому принципу (BBC).

для достижения более равномерной амортизации, может быть неоднократно меняемо. Если желательно управлять каким-нибудь аггрегатом из диспетчерского пункта, то необходимо подключить его к гнездам e. Управление сводится ко включению и выключению аггрегата.

Самая передача управляющего импульса одним из вышеперечисленных способов осуществляется следующим образом:

Имеется пара питающих шин, находящихся постоянно под напряжением от вспомогательного трансформатора (30).

При подаче импульса, управляющий аппарат присоединяет к питающим шинам одну из своих шин управления, давая этим указание на включение или выключение (т. е. с каждой шины один импульс). Импульс передается на управляющий шальтаппарат (3—5), который начинает серию процессов пуска выпрямителя (9). Самый процесс будет описан ниже, пока укажем только, что вначале шальтаппарат включает масляный выключатель (1). Вспомогательные контакты (7) на валу моторного привода включают трансформатор зажигания и возбуждения (8). Одновременно, тоже с помощью вспомогательных контактов на масляном выключателе, включается катодный автомат (13). С помощью вспомогательных контактов на автомате

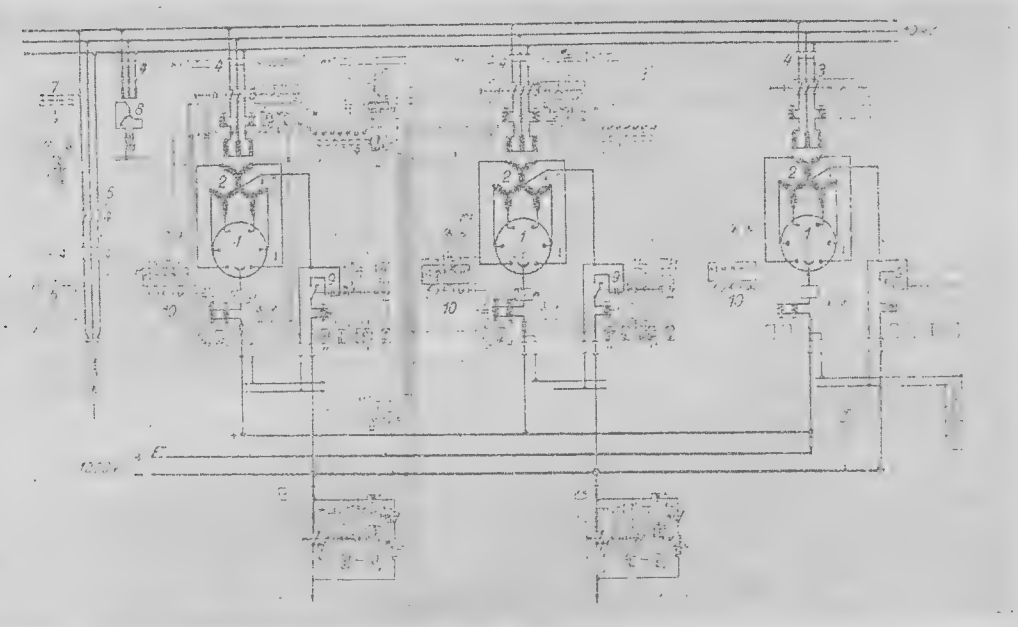


Рис. 2. Схема автоматической подстанции с управлением по электромагнитному принципу (АЕС).

включаются фидерные выключатели (на схеме не изображены). Параллельно с этим в выпрямитель пускается охлажденная вода, а также приводятся в действие вакуумные насосы (14).

На рис. 2 изображена принципиальная схема автоматической выпрямительной подстанции, оборудованной аппаратами управления по электромагнитной системе, т. е. с обычными реле.

Способ подачи первичного импульса здесь ограничен двумя возможностями—от контактных часов (22) или диспетчерского пункта и предварительно определяется помощью переключателя (23). Импульс передается реле (24), включающему контактор (25) моторного привода масляного выключателя. Вспомогательные контакты на валу выключателя через реле (26) и контактор (27) пускают в ход умформер зажигания. С зажиганием выпрямителя появляется напряжение на шинах постоянного тока подстанции. Минимальным реле напряжения включаются фидерные автоматы. Следующий аггрегат подстанции включается, если первый

нагрузится до полной своей мощности, по прошествии допустимых норм времени перегрузок. Импульс на включение подается максимальным реле тока на стороне выпрямленного тока (30), через реле времени (31), на реле (24), которое начинает процесс включения второго выпрямителя, аналогично уже описанному.

V. Схема повторного включения

Повторное включение на автоматических подстанциях может совершаться по различным принципам.

Примерная схема такого включения с помощью шальтаппарата приведена на рис. 3. Для упрощения изображения прибор повторного включения (шальтаппарат) показан на схеме в виде ряда электромагнитов.

Первый импульс на включение подает выключатель (7). Включающая катушка реле (3) получит питание и замкнет контакт. Благодаря этому другое реле (5) получает питание. Одновременно с ним получает питание третье реле (4), которое замыкает контакт, чем включает электродвигатель привода масляного выключателя.

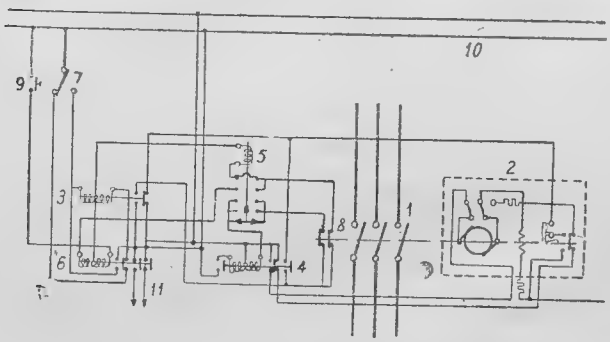


Рис. 3. Схема повторного включения масляного выключателя с моторным приводом (ВВС).

При включении масляного выключателя, контакты на валу привода (8) размыкаются, прерывая питание второго реле (5). Кроме того, третье реле (4) при замыкании включает также цепь своей выключающей катушки, благодаря чему опять возвращается в исходное положение.

Если состояние главной цепи, питаемой через масляный выключатель, нормально, то масляный выключатель остается включенным.

Если в цепи имеет место перегрузка, короткое замыкание и т. п., то максимальное реле немедленно отключает масляник, чем опять включит вспомогательные контакты (8), через которые питается второе реле (5). Для того, чтобы питание этого реле (5), в промежуток времени между включением и выключением масляника, т. е. между размыканием и замыканием контактов (8), не прекращалось, предусмотрена специальная линия, шунтирующая эти контакты. Контакты на валу привода (8) при выключении масляника, в случае неудачного включения, замыкаются быстрее, чем контакт шунтирующей их линии успеет разомкнуться при выключении третьего реле (4). Благодаря этому, питание второго реле (5) не прекращается, и сердечник его продолжает свое движение.

Третье реле (4), как сказано выше, размыкается, но через 15 секунд по выключении масляного выключателя второе реле (5) опять включит его. Масляный выключатель опять включится. Если это включение будет удачно, то путем, описанным выше, питание обоих реле (5 и 4) прекращается, и они возвращаются в исходное положение. Если же включение будет опять неудачным, то процесс включения повторится таким же образом опять, но уже не через 15 сек., а через 45 сек. Если причина, вызывающая выключение масляного выключателя еще не исчезла, то

следующее включение произойдет уже через 2 мин., и, наконец, через 5 мин. в последний раз. Таким образом, всего может быть произведено 5 включений с промежутками в 15 сек. — 1 мин. — 3 мин. — 8 мин. с момента первого включения.

За весь период повторных включений второе реле (5) не прекращает своей работы, но после 5-го включения замкнет контакт, питающий выключающую катушку четвертого реле (6) и разомкнет контакт, через который питается сам. Четвертое реле (6), выключившись, замыкает сигнальные контакты, ведущие к звуковому и оптическому сигналам, расположенным на распределительной доске и на ближайшем диспетчерском пункте. Время, протекающее с момента подачи первого импульса на включение, до самого включения масляника, колеблется от 2 до 10 сек. и может быть регулируемо. Число повторных включений можно ограничивать тремя-четырьмя.

Рис. 4. Шальтаппарат для повторных включений (ВВС тип 10).

На рис. 4 показан внешний вид шальтаппарата № 10, применяемого иногда для управления фидерными выключателями.

Импульс на повторное включение может быть дан и реле другой конструкции (рис. 5).

Схема имеет два основных элемента: реле включения с выдержкой времени и реле для ограничения числа включений.

Первое из этих реле представляет собой электромагнит, якорь которого при притягивании отжимает особый кулачок, чем достигается выдержка времени. Поворотом кулачка на разные углы по отношению

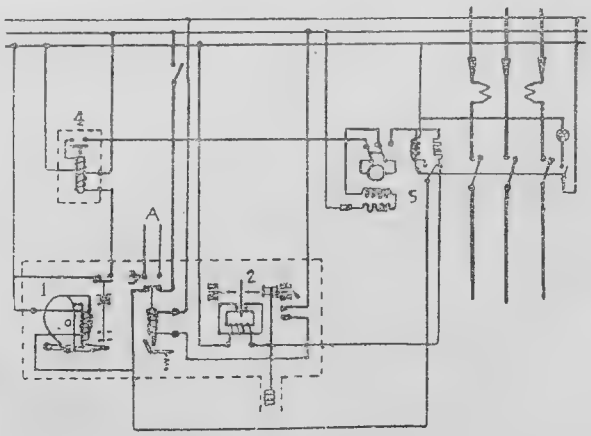


Рис. 5. Схема повторного включения с электромагнитным реле (ВВС).

к плоскости якоря выдержку времени можно регулировать. Для этого реле снабжено специальной шкалой.

Второе реле имеет диск Феррариса, который при каждом импульсе делает определенное число оборотов, наматывая на свою ось шнур, подымающий груз, спущенный в специальную трубку.

Работа схемы следующая:

При получении импульса на включение, реле (1), после некоторой выдержки времени, замыкает свой контакт, чем подает питание на вспомогательный контактор (4), который, срабатывая, приключает электродвигатель привода выключателя к сети.

При включении контактора (4), его выключающая обмотка также присоединяется к сети. Поэтому сразу после дачи импульса на включение моторного привода цепь, питающая привод, размыкается. При процессе включения второе реле (2) также получает питание, но в момент включения цепь его катушки разрывается переключением вспомогательного контакта на валу моторного привода. Если выключатель, вследствие перегрузки, выключается максимальным реле, то через определенный промежуток времени с помощью первого реле (1) будет включен

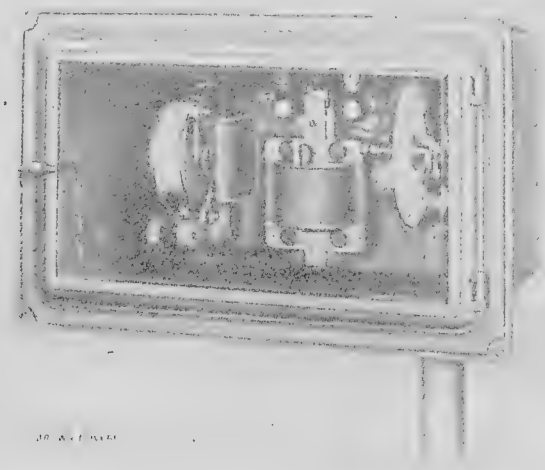


Рис. 6. Реле повторного включения (ВВС).

опять. При этом второе реле (2) до нового включения будет находиться под напряжением. За это время груз успеет подняться еще на некоторую определенную высоту. Повторные включения могут осуществляться до тех пор, пока груз не займет самого верхнего положения. Тогда им будут замкнуты вспомогательные контакты, включающие цепь катушки сигнального реле (3), которое, разрывая цепь катушки первого реле (1), прекращает его питание и одновременно замыкает сигнальные контакты. С помощью особой защелки, сердечник сигнального реле (3) поддерживается в этом положении, пока не будет деблокирован.

Внешний вид реле изображен на рис. 6.

Реле времени видно слева. Ограничительное реле справа.

К недостаткам этого реле следует отнести равномерные промежутки времени между повторными включениями, а также и то, что все время, пока главный выключатель включен, реле находится под током. Слабым местом является также шнурок, на котором подвешен груз. При большом числе включений, которое на тяговой подстанции может доходить до 200 в день, возможен быстрый износ шнурка, вследствие чего груз может оборваться, и тогда включения могут продолжаться произвольно долгое время.

VI. Управление выпрямительной группой

Управление самим выпрямительным аггрегатом при электромеханической системе происходит с помощью особого шальтаппарата.

Аппарат выполняет следующие функции:

1) передает все импульсы на включение и выключение;

2) сигнализирует диспетчерскому пункту, если указание на включение, после нескольких попыток, выполнить не удалось;

3) при неисправностях в выпрямителе, выключает и блокирует выпрямительный аггрегат и сигнализирует об этом;

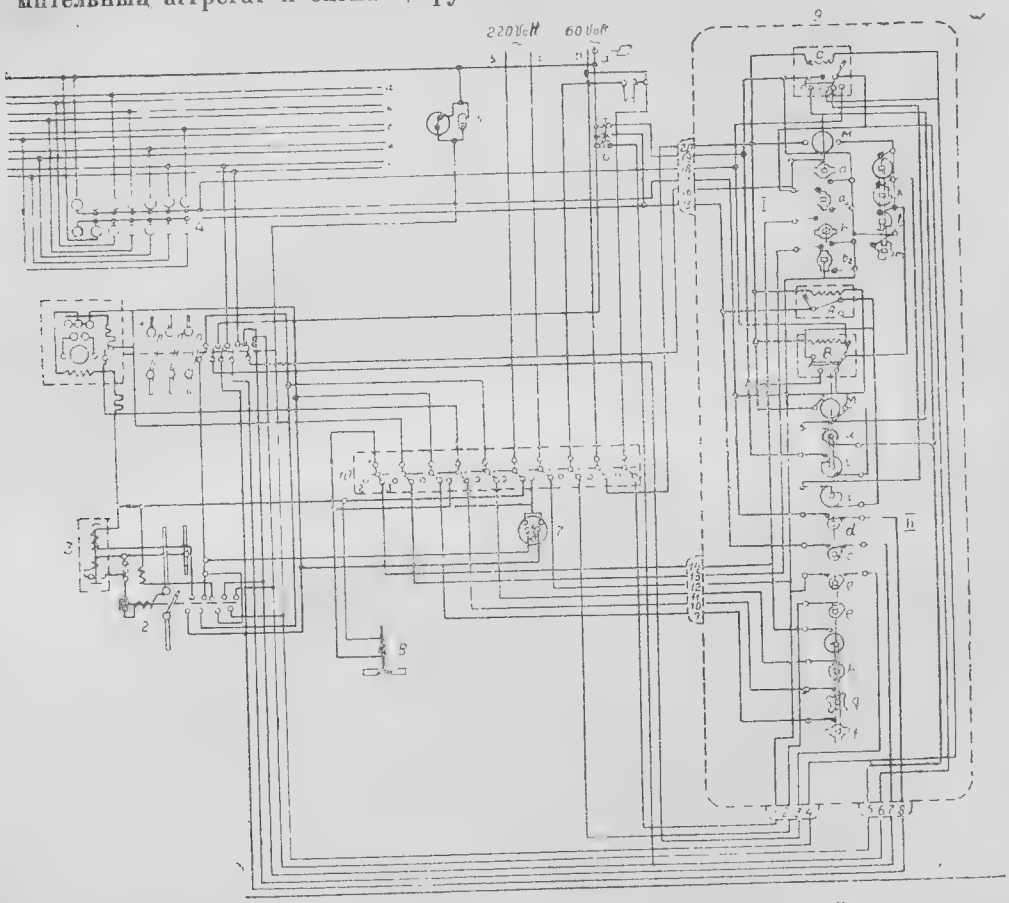


Рис. 7. Схема шальтаппарата (тип 9), управляющего ртутной выпрямительной группой.

4) передает резервному аггрегату невыполненные вследствие блокировки импульсы на включение и выключение.

Схема аппарата представлена на рис 7.

Аппарат состоит из двух включающих устройств с насаженными кулачками и трех реле A, B и C. Валики приводятся в движение с помощью электромоторчика, описанного выше.

Импульс на включение передается через реле B, причем само реле возбуждается только в том случае, если указание исходит из диспетчерского пункта.

Так как туда сигнализируются все неисправности в работе, то очень важно, чтобы оттуда во всякое время можно было бы воздействовать на работу выпрямительной группы. Поэтому указания, исходящие от управления на расстоянии, должны выполняться преимущественно перед всякими другими.

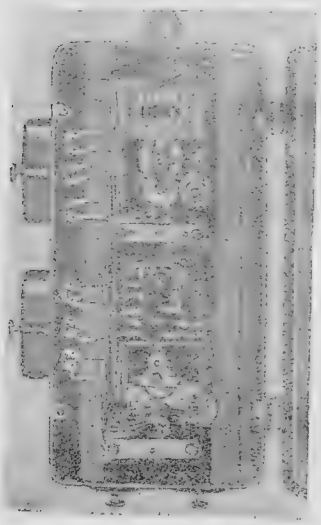


Рис. 8. Шальтаппарат (тип 9) для управления выпрямительной группой (BBC).

Реле B возбуждается при даче сигнала «управление на расстоянии» и прерывает импульсы из других источников.

По прекращении импульсов с диспетчерского пункта приобретают силу импульсы из других источников. Реле A передает импульсы на выключение, исходящие от центральных органов, также не возбуждаясь. Оно возбуждается только тогда, когда, вследствие приключения к штепселям двух управляющих аппаратов, будут даны два противоречащих друг другу импульса, например, «включить — выключить». Тогда реле A обрывает одну из цепей тока, по которой передается один из импульсов.

Помощью реле C выпрямитель выключается и блокируется в случае плохого вакуума или недопустимого повышения температуры цилиндра или ртутного насоса. Первое указание исходит от контактного вакуумметра, второе — от контактного термометра или термического реле.

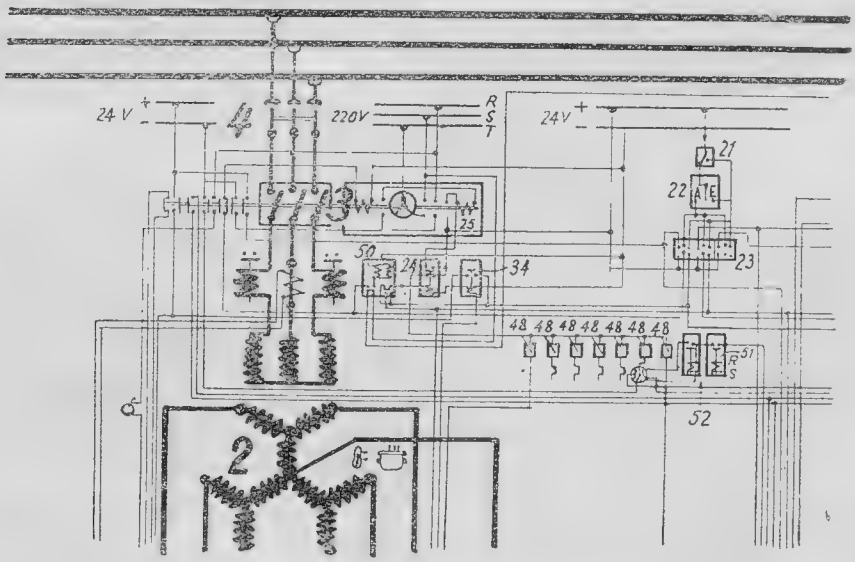


Рис. 9. Схема управления выпрямительными устройствами со стороны переменного тока (AEG).

Переключатель на три положения (10) дает следующие режимы:

1 — 3 — Автоматическое управление.

1 — 2 — Ручное управление (кнопкой 7).

2 — 3 — Выключено. Все устройство (шальтаппарат, привод и т. д.) лишено питания.

Внешний вид шальтаппарата показан на рис. 8.

Пуск и выключение выпрямительного аггрегата с помощью электромагнитных реле совершаются следующим образом (см. рис. 9).

Первое указание на включение дается центральным аппаратом (на схеме часами 22) и передается пусковому реле (24). Реле это замыканием своего контакта включает контактор моторного привода масляного выключателя трансформатора. Вспомогательные контакты на валу моторного привода (слева) включают умформер зажигания, и выпрямитель автоматически зажигается. Так как автомат постоянного тока обычно постоянно замкнут, то, одновременно с зажиганием, выпрямленное напряжение появляется на шинах постоянного тока и процесс этим заканчивается.

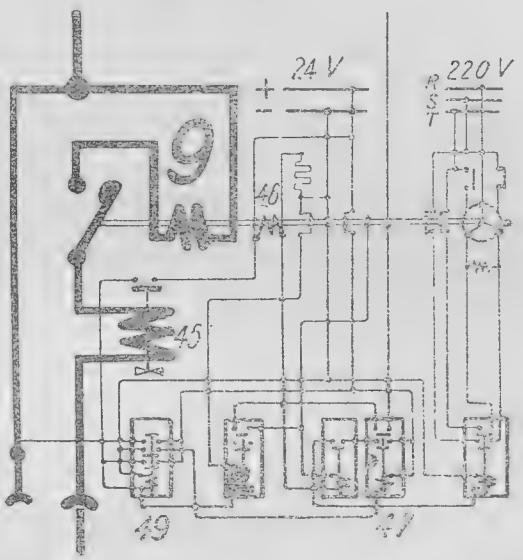


Рис. 10. Управление выключателем постоянного тока и схема повторного включения (AEG).

Система повторного включения применена здесь только со стороны быстродействующего выключателя постоянного тока.

В случае перегрузки быстродействующий выключатель (9) (см. рис. 10), выключается максимальным реле тока (45), которое замыканием своего контакта закорачивает держащую катушку выключателя, подключенную к вспомогательной сети постоянного тока через сопротивление.

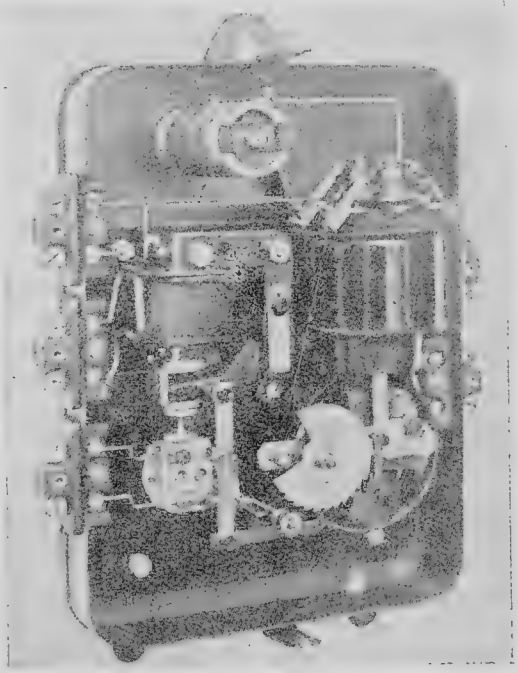


Рис. 11. Реле повторного включения (AEG).

Одновременно с этим реле (49) получает питание и замыканием своих контактов включает реле повторного включения (47). Вспомогательный контакт на валу привода выключателя (9), через который питается реле (47), замыкается при выключении выключателя (9). Реле повторного включения (47) замыканием своих контактов, через обычно замкнутое реле А, включает реле моторного привода В, которое включает привод выключателя. При неудачных включениях, эта процедура повторяется 5 раз, с промежутком времени между

каждым включением в 20 сек. После пятого неудачного включения, реле повторного включения (47) блокируется, и дальнейшее включение может быть произведено только ручным способом с диспетчерского пункта.

В том случае, когда вследствие перегрузки выключится масляный выключатель, повторное включение не осуществляется, и оба выключателя могут быть включены только рукой. Если выключатель (9) выключится от обратного тока, то повторное включение не происходит, так как реле (49) возбуждается, но с противоположным знаком, замыкая только контакты с сигналов (49 на рис. 10), через которые возбуждается главное аварийное реле (60 на рис. 9), которое и выключает масляный выключатель.

Реле повторного включения AEG изображено на рис. 11.

Устройство повторного включения расположено с правой стороны. Оно действует 5 раз, причем соответствующая выдержка времени достигается помощью часового механизма (внизу справа). При каждом включении нижнее зубчатое колесо передвигается на два зубца, до тех пор, пока после 5 раза оно не упрется в штифт, чем и блокируется.

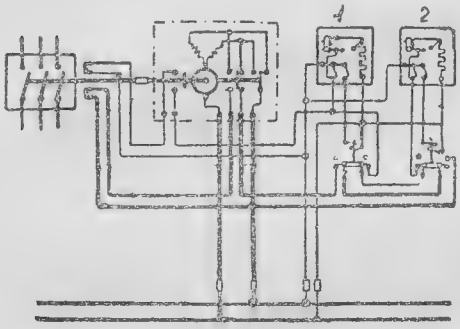


Рис. 12. Схема повторного включения с помощью термического реле.

Левая сторона—деблокирующее устройство. Втягиванием сердечника штифт опускается вниз, и колесико освобождается.

Из других схем повторного включения интересна схема, в которой импульс на включение подается помощью термического реле (фирма Сименс). Схема изображена на рис. 12. Масляник управляется двумя термическими реле, первое—непосредственно многократно включает выключатель, второе—служит для ограничения числа включений. Контакты на валу моторного привода включают подогревающую обмотку реле, причем первый импульс переключает обмотку на независимое питание. Реле снабжено столбиком, удлиняющимся под влиянием подогрева. Удлинившись на некоторую определенную величину, столбик выключает подогревающую обмотку. При остывании столбик укорачивается и, приходя в начальное положение, дает моторному приводу через промежуточное реле импульс на включение. В случае выключения масляного выключателя из-за перегрузки, процедура повторяется снова до тех пор, пока реле (2), снабженное таким же столбиком, но с процессом удлинения и сокращения, равным по времени сумме сокращений и удлинений столбика первого реле, не разорвет цепь питания моторного привода, делая невозможным дальнейшие включения.

VII. Автоматический контроль и управление вакуумом в выпрямителе

Ртутный выпрямитель для своей нормальной работы требует, чтобы вакуум в цилиндре поддерживался в определенных пределах. Величина давления в выпрямителе колеблется от нормального — 0,0015 *мм* ртутного столба до максимально допустимого — 0,013 *мм* ртутного столба. В выпрямителе имеет место натекание воздуха и выделяются газы. Постоянная откачка их из цилиндра совершенно необходима.

Обычно для откачки пользуются двумя насосами: ртутным высокого вакуума и масляным — низкого.

Требования, предъявляемые к автоматическому управлению этими аппаратами, сводятся к следующим:

а) автоматическое измерение и контроль над величиной вакуума;

б) автоматическое выключение и блокировка выпрямителя в случае нарушения вакуума или работы вакуумных аппаратов и соответствующая сигнализация об этом.

Ртутный конденсационный насос в эксплоатации обычно работает непрерывно, независимо от того работает ли выпрямитель или нет. Для своей работы он нуждается в охлаждающей воде для конденсации ртутных паров и в нагревательном токе.

Форвакуумный масляный насос работает обычно несколько часов в сутки, в зависимости от состояния вакуума в цилиндре.

Форвакуумный нанос приводится во вращение электродвигателем.

При первом включении ртутный насос пускается минут на 15 ранее масляного. Это время необходимо на подогрев и подготовку насоса к работе.

Так как далее он не прекращает своей работы все время, пока подстанция находится в эксплоатации, то на долю автоматического управления приходится форвакуумный насос, который пускается и останавливается с помощью особого так называемого контактного вакуумметра. Обычный вакуумметр Мак Леода для автоматической работы по понятным причинам непригоден, хотя выпрямитель обычно снабжается им, независимо от способа управления. Контактный вакуумметр снабжен тремя контактами, замыкание которых дают следующие указания:

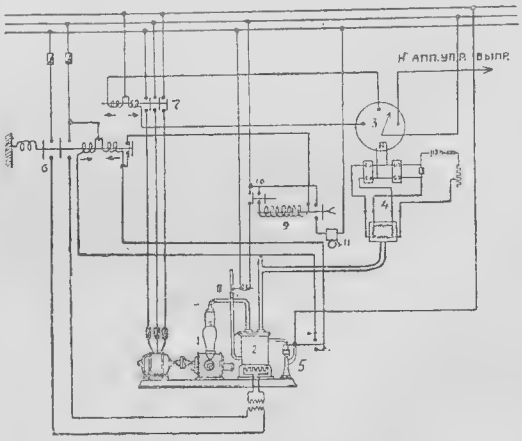


Рис. 13. Принципиальная схема автоматического управления вакуумом выпрямителя.

а) нормальный вакуум (форвакуумный насос выключен);

б) неудовлетворительный вакуум (форвакуумный насос включен);

в) плохой вакуум (выпрямитель выключен, заблокирован и поданы соответствующие сигналы).

Принципиальная схема управления вакуумом выпрямителя по системе ВВС изображена на рис. 13.

При первом включении импульс дается центральным аппаратом управления (схематично показано кнопкой). Открывается электромагнитный водяной вентиль, подающий воду в ртутный насос. Вода, выходя из насоса, заставляет водяное реле замкнуть свой контакт, вследствие чего реле включает цепь нагревательного элемента. Перерыв подачи воды вызывает выключение нагревательного тока. Если при открытии водяного вентиля вода не пойдет, то реле, включаемое одновременно с водяным вентилем, после некоторой выдержки времени, замкнет сигнальный контакт.

Перерыв подачи нагревающего тока, вследствие перегорания предохранителей, также вызывает сигнал.

Контактный вакуумметр, замыкая левый контакт, останавливает насос (хороший вакуум), средним контактом пускает его в ход (неудовлетворительный вакуум) и, наконец, правым контактом передает соответствующим аппаратам импульс на выключение и блокировку выпрямителя.

По схеме легко проследить реакцию отдельных ее элементов на различные возможности.

Контактный электровакуумметр состоит из двух частей: из прибора, реагирующего на изменение вакуума — термовакуумного мостика и регистрирующего прибора — контактного милливольтметра. Вакуум-мостик работает на принципе зависимости теплопроводности газа от его давления. В абсолютном вакууме теплопроводность, очевидно, равна нулю. Затем, при малых давлениях она увеличивается прямо пропорционально к ним, при больших же давлениях она ассимптотически приближается к постоянному значению.

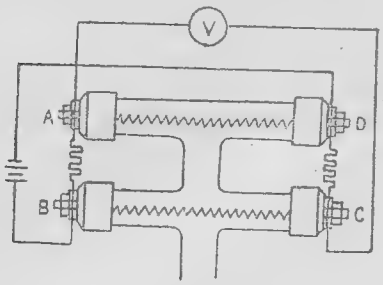


Рис. 14. Схема вакуум-мостика (ВВС).

Вакуум-мостик состоит из четырех платиновых сопротивлений, включенных мостиком (рис. 14).

В атмосферном давлении все плечи этого мостика имеют точно одинаковое сопротивление. Ветви AB и BC помещены в сосуд, связанный с цилиндром выпрямителя. Ветви AB и DC находятся в нормальном атмосферном давлении. К зажимам D и B подключается источник электрического тока, аккумулятор или трансформатор. При неизменной величине тока температура сопротивлений зависит от их теплоотдачи. При изменении вакуума прямо пропорционально ему изменяется теплоотдача, а следовательно и нагрев и сопротивление проволоки, находящейся в вакууме, в связи с чем равновесие мостика нарушается и изменяется падение напряжения на пунктах A и C.

Приключив к этим точкам милливольтметр и отградуировав его шкалу на давление в *мм* ртутного столба, можно получить точное постоянное измерение вакуума.

Внешний вид вакуумметра ВВС и способ его установки изображен на рис. 15.

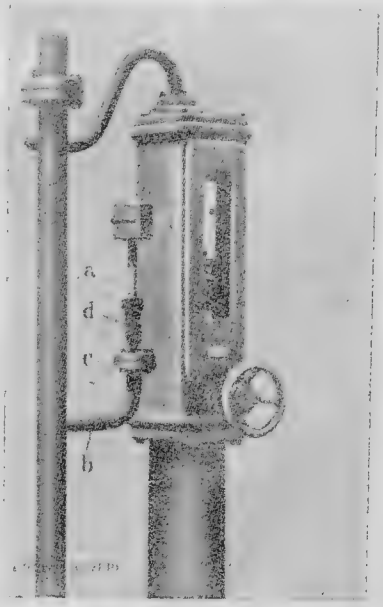


Рис. 15. Внешний вид и способ установки вакуум-мостика (ВВС).

Контактный вакуумметр осуществляет управление вакуумной группой через особый шальтаппарат, работающий по обычному принципу действия шальтаппаратов для автоматического управления ртутными выпрямителями. Шальтаппарат должен выполнять следующие функции:

1. Осуществлять даваемые вакуумметром приказы о включении или выключении, т. е. пускать масляный насос, выключать его и давать указание на выключение и блокировку ртутного выпрямителя в случае, если, несмотря на работу насосов, вакуум продолжает ухудшаться.

2. При прекращении подачи охлаждающей воды в конденсационный насос, выключать его, т. е. прерывать нагревающий ток и подавать соответствующий сигнал.

3. При прекращении подачи тока к ртутному конденсационному

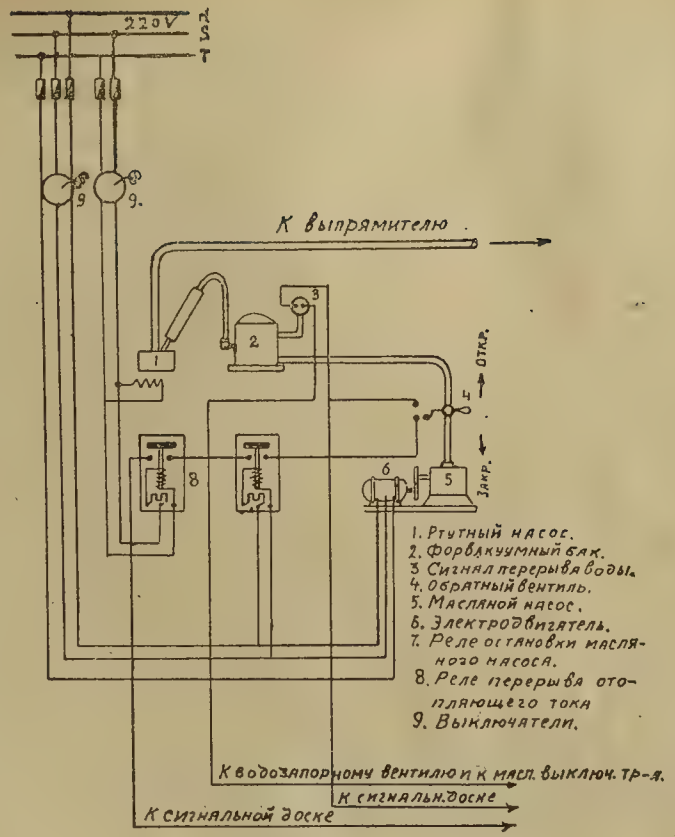


Рис. 16. Схема вакуумного устройства (АЕС).

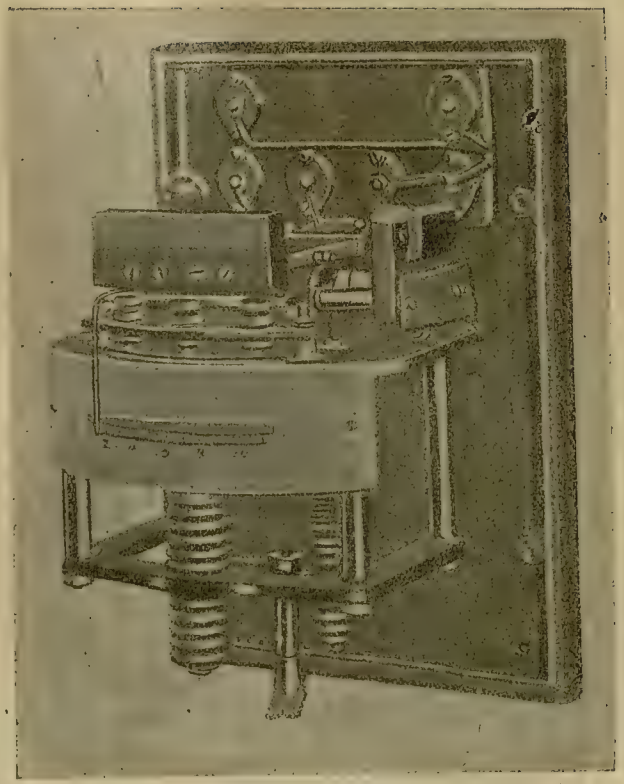


Рис. 17. Контактный вакуум-метр.

насосу, вследствие перегорания предохранителей или порчи подогревательной плитки, — подавать сигнал.

4. При первоначальном включении выпрямителя, а также при пуске после перерывов подачи тока, включать конденсационный насос на 15 мин. раньше масляного.

5. Так как при исчезновении напряжения во вспомогательной сети стрелка вакуумметра становится в положение, соответствующее плохому вакууму в цилиндре выпрямителя и дает указание на выключение и блокировку выпрямителя, то шальтаппарат, в случае падения напряжения во вспомогательной сети, должен не допускать этой блокировки.

6. В случае недостатка или отсутствия воды для охлаждения выпрямителя, подавать об этом соответствующий сигнал.

Принципиальная схема вакуумного устройства AEG показана на рис. 16.

На рис. 17 показан контактный милливольтметр, регистрирующий вакуум.

Стрелка, снабженная серебряным контактом, ходит под брусчатым якорем, который с помощью маленького моторчика переменного тока периодически опускается.

Под стрелкой находятся 3 контакта, соответствующие удовлетворительному (масляный насос выключен), неудовлетворительному (масляный насос включен) и плохому (выпрямитель выключен) вакуумам. Если при опускании якоря стрелка вакуумметра находится над одним из этих контактов, якорь прижимает ее к контакту, и вспомогательная цепь замыкается.

VIII. Охлаждение и контроль над температурой выпрямителя

При работе выпрямителя температура внутри цилиндра зависит от мощности, теряемой в дуге. Так как через конвекцию и лучеиспускание удаляется весьма малое количество тепла, то применяют водяное охлаждение выпрямителя.

Различают две системы охлаждения: непосредственное охлаждение свежей водой и циркуляционное охлаждение.

Последнее бывает с естественным и искусственным дополнительным охлаждением циркулирующей воды. Искусственное дополнительное охлаждение в свою очередь разделяется на водяное и воздушное.

На долю автоматического управления приходятся следующие задачи:

1. Подача охлаждающей воды при первом включении выпрямителя.
2. Выключение воды при остановке выпрямителя.
3. Выключение выпрямителя в случае перерыва или недостатка воды и соответствующей сигнализации об этом.

Наиболее характерной является схема, применяемая фирмой BBC.

Водопроводная вода поступает в бак или непосредственно в выпрямитель. Наличие бака дает возможность более равномерного расхода воды, а также некоторого резерва на случай короткого перерыва ее подачи. При включении масляного выпрямителя замыканием вспомогательных контактов на валу привода его дается питание катушке водозапорного вентиля с электромагнитным приводом. Последний состоит из электромагнита с сердечником и запирающей воду части. Обе части соединены рычажной передачей, выравнивающей разницу хода магнита и тарелки вентиля. Верхняя часть изолирована от нижней водоведущей посредством сальника. Самые запирающие тарелки сидят на стержне, служащем продолжением сердечника (см. рис. 18).

Когда катушка получает питание от вспомогательной сети, то магнит втягивает сердечник, открывая свободный проход воде. Если цепь катушки

разрывается, сердечник под действием пружины и собственного веса закрывает вентиль. Для дачи импульса на остановку выпрямителя в случае прекращения подачи воды и соответствующей сигнализации, служит водяное реле-сигнализатор перерыва хода воды, изображенный на рис. 19.

Принцип действия реле следующий: вода из выпрямителя выливается в воронку, в которой находится подвижной сосуд с отверстием в дне, укрепленный на рычаге и уравновешенный противовесом. Отверстие в дне подвижного сосуда может быть изменено и регулируется так, чтобы при работе выпрямителя подвижной сосуд был бы всегда наполнен водой. В нормальном положении сосуд, наполненный водой, перевешивает противовес и замыкает нижний сигнальный контакт в выключателе, расположенном по середине рычага. На контрольной доске в диспетчерском пункте

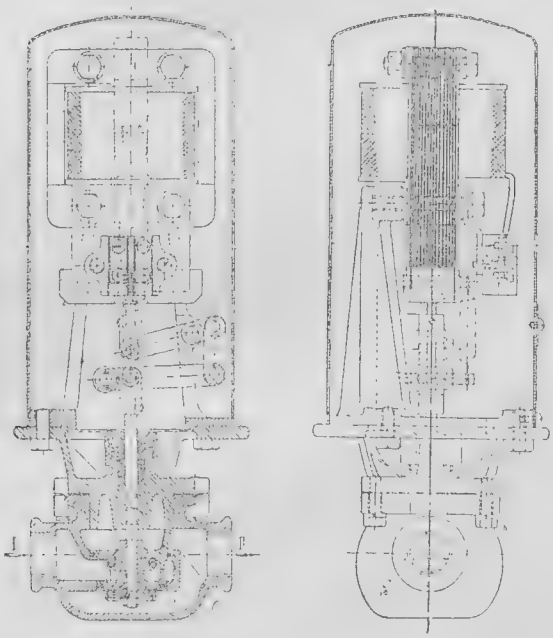


Рис. 18. Водозапорный вентиль с электромагнитным проводом (BBC).

Рис. 19. Водяное реле (*a* — отводная труба, *b* — воронка, *c* — выключатель).

появляется сигнал. Если ток воды прерывается или количество ее менее установленного и необходимого, сосуд пустеет, противовес перевешивает и замыкает в выключателе верхний контакт, чем дает импульс на выключение выпрямителя и на тревожный сигнал на распределительном щите или на диспетчерском пункте.

Описанные два аппарата являются основными элементами схемы автоматического управления охлаждающими устройствами. Ртутный конденсационный насос обычно снабжается особым водостоком и водяным реле с теми же функциями, для увеличения надежности его работы.

Циркуляционное охлаждение применяется в случаях, если нет водопроводной воды или она не удовлетворяет требованиям минимальной жесткости (14 по германской школе жесткости). Для циркуляционного охлаждения требуется насосная установка, обычно приводимая в действие электродвигателем.

Охлаждающая вода отдает забираемое от выпрямителя тепло с помощью радиатора, в свою очередь охлаждаемого негодной для непосредственного охлаждения водой или воздухом (естественным или искусственным путем).

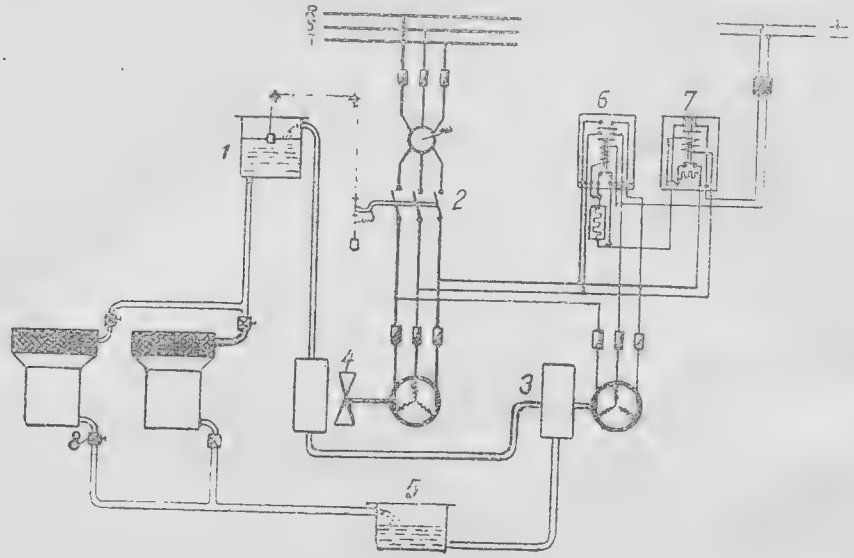


Рис. 20. Схема автоматического управления аппаратом воздушного охлаждения

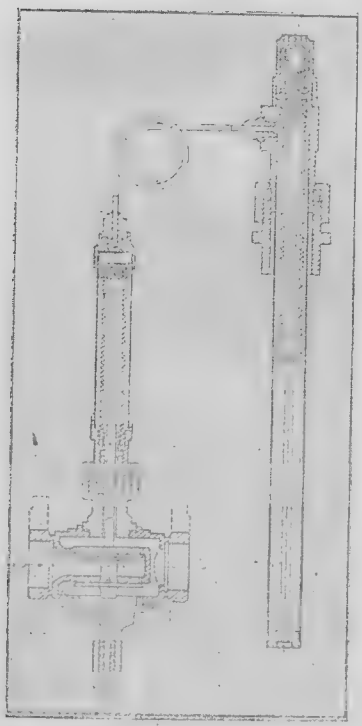


Рис. 21. Термостатическое реле-вертиль.

Схема воздушного искусственного охлаждения представлена на рис. 20. Импульс на включение электродвигателя насоса (3) подается одновременно с включением масляного выключателя. Вентилятор (4) включается только тогда, когда уровень воды в баке (1) упадет ниже нормального. Иногда устанавливается на радиатор контактный термометр или термическое реле.

Ряд фирм применяют термические регуляторы количества воды, охлаждающей выпрямители. Один из них изображен на рис. 21. Трубка справа наполняется жидкостью с высоким коэфициентом расширения и опускается в трубопровод охлаждающей воды неподалеку от места выхода ее. Изменение давления вследствие изменения температуры воды и объема жидкости передается с помощью медной трубки на вентиль, изображенный на рис. 21 слева и заставляет его увеличивать или уменьшать пропуск воды.

IX. Включение и защита фидеров выпрямленного тока

После окончания процесса пуска выпрямителя и появления выпрямленного напряжения на шинах подстанции, на участки, обслуживаемые подстанцией, подается питание.

Импульс на включение фидерного автомата может быть дан минимальным реле напряжения, подключенным к шинам постоянного тока подстанции. Автоматическое управление фидерными автоматами обычно предусматривает также и систему повторного включения.

Повторное включение может быть произведено или вне зависимости от устранения причины, вызвавшей выключение, через определенный промежуток или ряд промежутков времени, или же только по устранении причины, вызвавшей выключение.

Первая система аналогична системе, применяемой, например, для масляного выключателя в первичной цепи силового трансформатора и описанной выше.

Если на участке имеет место короткое замыкание или большое число параллельно работающих приемников, то фидерный автомат отключается максимальным реле. В дальнейшем автомат делает ряд повторных включений, через определенные равные или возрастающие промежутки времени и, в случае неудачи последнего включения, блокируются.

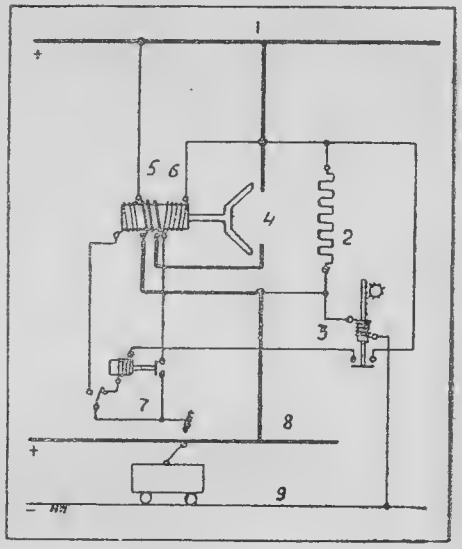


Рис. 22. Схема испытания сопротивления участка (SSW).

Обычно в тяговых установках применяется вторая система, заключающаяся в том, что перед включением автоматически проверяется сопротивление питаемого участка. Последнее при коротком замыкании колеблется между $0-2$ омами в месте замыкания, а при отсутствии такового между $\infty-200$ омами, в зависимости от того все ли вагоны на линии без тока или в части из них работают вспомогательные цепи, например: освещение, отопление и т. д. Устройство это состоит из сопротивления, ограничивающего ток испытания, и какого-либо прибора, реагирующего на величину тока, протекающего по этому сопротивлению (или на падение напряжения на нем).

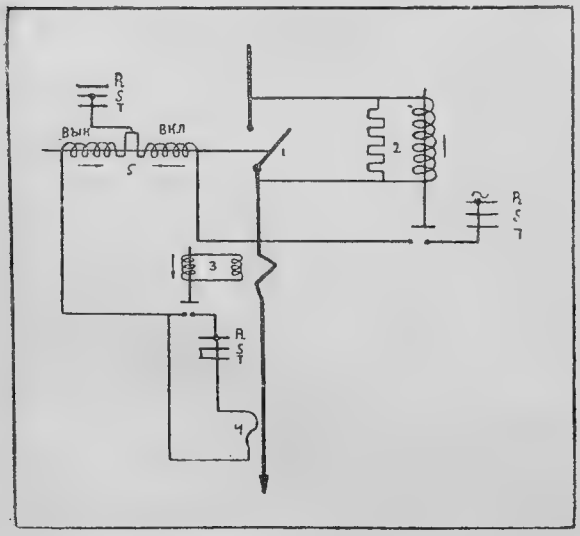


Рис. 23. Принципиальная схема защиты и испытания фидера.

Обычно применяются две разновидности такой схемы.

В первой из них повторное включение сочетается с испытанием сопротивления участка таким образом, что импульсы, подаваемые реле повторного включения не выполняются, если цепь при-

вода фидерного автомата разомкнута, благодаря наличию тока в испытательной цепи.

Схема другого рода представлена на рис. 22.

Выключившись под действием максимального реле, фидерный автомат не включается все время, пока по сопротивлению идет ток.

Интересна американская схема (рис. 23), в которой автоматически различается короткое замыкание от перегрузки.

Так как при коротком замыкании нарастание тока происходит почти мгновенно, то приключая реле к трансформатору тока, включенному в фидер, можно добиться отключения фидерного автомата только при коротком замыкании, так как при перегрузках ток нарастает медленней, и реле работать не будет.

X. Заключение

Из приведенного краткого обзора схем и аппаратуры автоматических тяговых подстанций с ртутными выпрямителями видно, что техника этого дела стоит в настоящее время на высоте, вполне обеспечивающей надежную и бесперебойную работу.

Применение автоматических подстанций дает целый ряд выгод экономического и технического порядка.

К первым относятся: меньшая изнашиваемость аггрегатов, более высокий к. п. д., возможность увеличения числа подстанций, питающих данный район, чем достигается известная экономия в материалах и в эксплоатационных расходах.

Ко вторым относится сложная и разнообразная многоступенчатая защита, обеспечивающая большую надежность в работе.

Вопрос о выборе автоматического или не автоматического управления подстанций чрезвычайно сложен и должен быть рассмотрен в каждом отдельном случае. Если вопрос окончательно решен в пользу автоматической подстанции, необходимо установить систему управления.

В основном, существуют две системы управления: электромеханическая и электромагнитная. Первая обладает рядом преимуществ, главным образом, технического порядка, но отличается известной сложностью. Для ее внедрения необходим сложный путь исследований и значительное время для освоения.

Заводы ВЭО и ВЭСО с успехом изготовляют целый ряд электромагнитных реле и аппаратов, предназначенных для других целей, например, АТС или СЦБ. Эти реле родственны по своей конструкции реле, применяемым для управления тяговыми подстанциями.

Поэтому в условиях СССР электромагнитная система имеет неоспоримые преимущества: наличие налаженного производства, некоторый опыт в эксплоатации и обученный к обращению с аппаратурой персонал. Ей и следует отдать предпочтение.

Электромагнитные реле могут питаться как постоянным, так и переменным током.

Последний обладает рядом эксплоатационных достоинств, первый — рядом производственных. Существующее в СССР производство управляющих реле рассчитано, главным образом, на питание постоянным током. Однако, трудности по конструированию и расчету реле, питаемых переменным током, не представляются непреодолимыми.

Автоматизация тяговых подстанций должна сделать свои первые шаги по приспособлению уже существующих аппаратов к автоматическому управлению. Поэтому первое время для питания подстанций должен быть применен постоянный ток. В дальнейшем должны быть предприняты шаги по применению переменного тока, особенно на вспомогательных подстанциях.

Сами же исполнительные механизмы: контакторы, моторные приводы и т. д., с успехом могут питаться переменным током нормального напряжения независимо от рода тока, примененного для управления.

Управление тяговой автоматической подстанцией разделяется на:

1. Управление электрическими процессами самого выпрямителя.
2. Управление его охлаждением.
3. Управление его вакуумом.
4. Управление фидерами подстанции.

Первое обычно централизовано в масляном выключателе силового трансформатора. Вспомогательные контакты на валу привода, при включении, обычно дают импульс к началу всех процессов пуска выпрямителя.

Выбор способа дачи импульса на первое включение масляного выключателя сводится к выбору между электрическими контактными часами или реле напряжения в сети постоянного тока.

Особенное внимание должно быть обращено на поддержание необходимой мощности на шинах подстанции. Поэтому каждое выключение масляника по указанию одного из реле защиты дает одновременно импульс на включение резерва.

Точно так же достижение полной нагрузки трансформатора служит импульсом на включение вспомогательного аггрегата. С другой стороны восстановление нормальных условий влечет за собой отключение резервных аггрегатов.

Автоматическое управление охлаждением зависит от выбранной системы охлаждения. Выбор производится на тех же основаниях, как и для подстанции ручного обслуживания.

При выборе тех или других реле для управления следует всегда сравнивать капиталовложения по аппаратуре и получающуюся экономию в эксплоатации, прибавляя к последней эффект от соответственного технического усовершенствования.

Если, например, взять для регулирования расхода воды терморегулятор, то, очевидно, что он сможет себя оправдать при проточной системе охлаждения только в случае, если стоимость воды достаточно высока. Так же и при циркуляционной системе следует сравнивать стоимость терморегулятора и расходы энергии на перекачку, учитывая изменение стоимости насосов в связи с разной их мощностью.

Автоматическое управление вакуумом сводится к управлению масляным насосом с помощью контактного вакуумметра и контролю вакуума в цилиндре.

Необходимость применения контактного вакуумметра не может вызвать каких-либо сомнений. Очевидно, что постоянная готовность выпрямителя к работе возможна только при поддержании вакуума в допустимых пределах. Поэтому вакуумное управление должно осуществляться совершенно независимо от управления самим выпрямителем.

Наконец, управление фидерами должно обеспечить наибольшую бесперебойность в питании участка. Поэтому комбинация быстродействующего автомата с приспособлением для испытания сопротивления участка является наиболее правильным решением. Методы испытания различаются, главным образом, конструктивным выполнением аппаратов. Поэтому говорить о преимуществе той или другой схемы затруднительно. Следует обратить внимание на американскую систему, при которой реле автоматически различают короткое замыкание от перегрузки по быстроте нарастания тока.

На автоматических подстанциях, в виду отсутствия людей можно допускать довольно низкую температуру и, следовательно, не делать затрат на отопление. Однако, в северном климате вопрос внутренней температуры здания довольно серьезен: нельзя допускать замерзания охлаждающей воды

в нерабочие часы. Если в помещении будет сырость, возможно промерзание ответственных частей реле [1]. Наконец, при низкой температуре зажигание выпрямителя затруднено. Поэтому при проектировании подстанций необходимо взвешивать два варианта борьбы с последствиями низких температур: метод частного и метод общего обогревания. В первом случае радиаторы, рубашка выпрямителя, аноды и т. д. снабжаются особыми электроподогревателями, предохраняющими воду от замерзания. Во втором — применяют общее обогревание помещения. Решение зависит от стоимости энергии, аппаратов для обогревания и т. д.

При сооружении зданий автоматических подстанций можно не делать окон, а в виду краткости пребывания на подстанциях людей, проектировать лишь искусственное освещение. Это снизит стоимость здания.

Автоматизация стремится к созданию условий для бесперебойной работы подстанций.

Это стремление вполне актуально и на подстанциях ручного обслуживания. Поэтому путь автоматизации подстанций в СССР может сначала итти по линии усовершенствования защиты, оставляя за персоналом только элементарные функции повторного включения. Тогда переход к автоматизации будет достаточно прост.

Действительно, применение электровакуумметра, водяного реле, испытания участков на сопротивление, повторное включение фидеров,—вполне возможны и желательны на тех подстанциях ручного обслуживания, в которых сразу по экономическим соображениям невозможно устройство полной автоматизации.

Существует ошибочное мнение, противопоставляющее автоматические подстанции подстанциям дальнего управления.

Если передавать на диспетчерский пункт сигнал о необходимости выключения выпрямителя, вследствие, например, перегрева или остановки воды, а затем оттуда передавать импульс на выключение и включение резерва, то нужно потратить от 40—60 сек. На автоматических подстанциях эта процедура занимает только 2—3 сек. С другой стороны, на вполне автоматизированных подстанциях трудно произвести какое-либо необходимое нарушение раз установленного порядка включения.

Поэтому противопоставление автоматических подстанций телеуправляемым — неправильно. Нужно говорить о таком координировании работы телеуправления и автоматики, которое обеспечило бы наиболее надежную, бесперебойную и правильную работу тяговой подстанции.

XI. Основные технические требования к автоматическим тяговым подстанциям

1. Автоматическим управлением тяговой подстанции называется совокупность необходимых процессов включения и выключения ее электрических цепей, совершающаяся с помощью комбинаций действия реле и аппаратов защиты и управления, без непосредственного воздействия на процессы со стороны человека.

2. Телеуправлением (управлением на расстоянии) называется передача указаний (импульсов) на включение и выключение различных электрических цепей подстанции, с отдаленного от подстанции командного (диспетчерского) пункта.

3. Каждая тяговая автоматическая подстанция имеет:

а) сторону переменного тока: шины высокого напряжения, питаемые фидерами от распределительных пунктов высокого напряжения,

б) n — комплектов выпрямителей, состоящий каждый из: силового трансформатора, металлического ртутного выпрямителя с водяным охлаждением; вакуумной аппаратуры; ртутного конденсационного насоса, форвакуумного бака и масляного форвакуумного насоса с электродвигателем,

[1] Такие случаи известны из практики Донбасского электрокольца.

в) сторону постоянного тока: шины постоянного тока и фидера, питающие контактную сеть.

4. Включение, управление и защита автоматической подстанции:

а) включение шин высокого напряжения аналогично таковому у трансформаторных подстанций. Шины высокого напряжения управляются или не автоматически или со стороны владельцев сети высокого напряжения; защита шин высокого напряжения производится согласно требованиям к такой сети;

б) один из аггрегатов подстанции (любой) выбирается основным, прочие являются вспомогательными и резервными;

в) указание (импульс) на выключение и включение основного аггрегата может быть дано от одного из следующих источников: электрических контактных часов (№ 39 на рис. 27), минимального реле напряжения постоянного тока (№ 41)[1]; диспетчерского пункта, ручным способом на самой подстанции.

Примечание. Способ включения определяется предварительно.

г) управление выпрямителем сводится к включению и выключению масляного выключателя на стороне высокого напряжения трансформатора; приказы на включение и выключение из вышеупомянутых источников передаются контактору моторного или магнитного привода, питаемого от сети собственных нужд.

С помощью вспомогательных контактов на валу привода дается указание (импульс) к осуществлению следующих процессов: возбуждения и зажигания выпрямителя, пуска охлаждающей воды, включению катодного (обратного) автомата (П).

Указание на включение следующего на очереди аггрегата дается термическим реле или контактным термометром, контролирующим температуру меди силового трансформатора (№ 20) в случае его полной нагрузки.

Указание на выключение вспомогательного аггрегата дается его минимальным реле тока (№ 18), если общее потребление мощности таково, что делает его работу лишней;

д) трансформатор защищается: газовым реле (№ 19), термическим реле или контактным термометром (№ 20), максимальным реле (№ 17);

е) защита цилиндра выпрямителя производится с помощью: термического реле или контактного термометра (№ 16), реле, контролирующего ток воды (№ 32), контактного вакуумметра (№ 35), катодного (обратного) автомата (П), реле, тока контролирующего возбуждение выпрямителя, при исчезновении тока в цепи возбуждения или при отказе выпрямителя от зажигания (№ 13). После выключения под действием реле № 38, 20, 16, 32, 35, 13 повторное включение по восстановлении нормального положения. После выключения под действием реле № 17 и П—5 повторных включений. После выключения под действием газового реле —блокировка.

5. Сторона постоянного тока имеет:

а) Положительные и отрицательные шины постоянного (выпрямленного тока) и фидеры, питающие линию.

Каждый фидер снабжается: быстродействующим автоматом постоянного тока, приспособлением для повторных включений, приспособлением для испытания линии на сопротивление.

б) Указание на нормальное включение и выключение фидеров дается минимальным реле напряжения, подключенным к шинам подстанций.

Каждый фидер защищается от перегрузки максимальными реле тока.

При выключении фидерного выключателя параллельно ему должно включаться приспособление для испытания сопротивления участка.

в) Приспособление для испытания участка на сопротивление должно состоять из: сопротивления, ограничивающего ток испытания, реле, реагирующего на величину тока испытания. В случае малого сопротивления участка, реле не допускает повторного включения автомата, блокируя его после 5 попыток. Деблокировка может быть произведена только с диспетчерского пункта.

6. Вспомогательные цепи.

1) На автоматической подстанции могут быть установлены следующие системы охлаждения выпрямителя: проточное охлаждение, циркуляционное охлаждение с естественным косвенным воздушным охлаждением, циркуляционное охлаждение с искусственным водяным косвенным охлаждением, циркуляционное охлаждение с искусственным воздушным косвенным охлаждением.

2) При применении проточной системы должны быть предусмотрены следующие детали охлаждающей цепи: бак, электровключающий поплавок, контролирующий уровень воды в баке, электромагнитные вентили, терморегулятор расхода воды, водяное реле.

[1] Здесь и ниже см. рис. 25.

3) При применении циркуляционного охлаждения с естественным воздушным охлаждением, должны быть предусмотрены следующие детали охлаждающей цепи: напорный бак, электровключающий поплавок, сборный бак, насос с электроприводом, электромагнитный вентиль, терморегулятор расхода воды, водяное реле, радиатор.

4) При применении циркуляционного охлаждения с искусственным воздушным охлаждением должны быть добавлены следующие детали: термическое реле на радиаторе пускающее в ход вентилятор.

7. Вакуумное оборудование ртутного выпрямителя.

1) Вакуумное оборудование выпрямителя состоит из: ртутного конденсационного насоса, форвакуумного бака, масляного форвакуумного насоса с электроприводом.

2) Вспомогательные аппараты управления вакуумной цепью имеют: ручной вентиль охлаждения ртутного насоса, водяное реле с 3 контактами, электромагнитный вакуумный вентиль между ртутным насосом и цилиндром (22), реле тока, управляющее электромагнитным вакуумным вентилем (42), контактный термометр или термическое реле, контактный вакуумметр, вакуумный вентиль между форвакуумным баком и масляным насосом, реле тока или напряжения, контролирующее плавкие предохранители в цепи ртутного насоса, такое же реле в цепи электродвигателя масляного насоса.

8. Питание аппаратуры управления.

1) Все приводы выключателей и контакторов должны питаться переменным током в 220—380 вольт.

2) Питание сети собственных нужд осуществляется через специальный трансформатор от фидера, независимого от питания силового трансформатора главной цепи.

3) Шины собственных нужд контролируются минимальным реле напряжения.

4) Питание аппаратуры управления производится переменным или постоянным током.

5) При исчезновении питающего напряжения все аппараты должны возвращаться в первоначальное положение с тем, чтобы по восстановлении напряжения они могли бы автоматически начать цикл требуемых операций.

6) При питании цепей постоянным током, источником служит стеклянный ртутный выпрямитель или аккумуляторная батарея.

7) При питании через стеклянный ртутный выпрямитель, последний пускается в ход автоматически.

8) При питании через ртутный выпрямитель должна быть предусмотрена резервная аккумуляторная батарея, на которую переключается вспомогательная сеть при отказе стеклянного выпрямителя от работы.

9) Емкость вспомогательных аккумуляторов должна быть достаточна для работы в период времени, необходимый для приезда дежурного персонала с диспетчерского пункта на подстанцию.

10) Подзаряд батарей происходит от того же ртутного выпрямителя, но под наблюдением дежурного персонала.

11) При применении аккумуляторной батареи в качестве единственного источника питания вспомогательных цепей, должна быть предусмотрена автоматическая ее подзарядка. Импульс на подзарядку подается минимальным реле напряжения на шинах вспомогательного напряжения.

9. Сигнализация.

1) На подстанции должна быть предусмотрена следующая нормальная сигнализация на каждый агрегат: включено, выключено, выключено—авария.

2) Должна быть особая сигнальная аварийная панель на каждый агрегат, на которой должны быть следующие сигналы о причинах аварии: перенапряжение переменного тока, перегрев трансформатора, газовое реле, обратное зажигание, перегрев выпрямителя, отказ от зажигания, авария с водой, перегорел предохранитель ртутного насоса, перегорел предохранитель масляного насоса, плохой вакуум, перегрузка переменного тока, перегрузка постоянного тока, нет вспомогательного напряжения, перегрев ртутного насоса.

10. Связь с диспетчерским пунктом.

1) Каждый агрегат должен передать следующие сигналы на диспетчерский пункт: включено, выключено, выключено—авария.

2) Масляный выключатель каждого агрегата должен иметь возможность быть включенным и выключенным с диспетчерского пункта.

3) С диспетчерского же пункта нужно иметь возможность деблокировать фидерный автомат.

11. Измерения.

1) Должны быть предусмотрены все измерительные приборы, обычно устанавливаемые при ручном обслуживании.

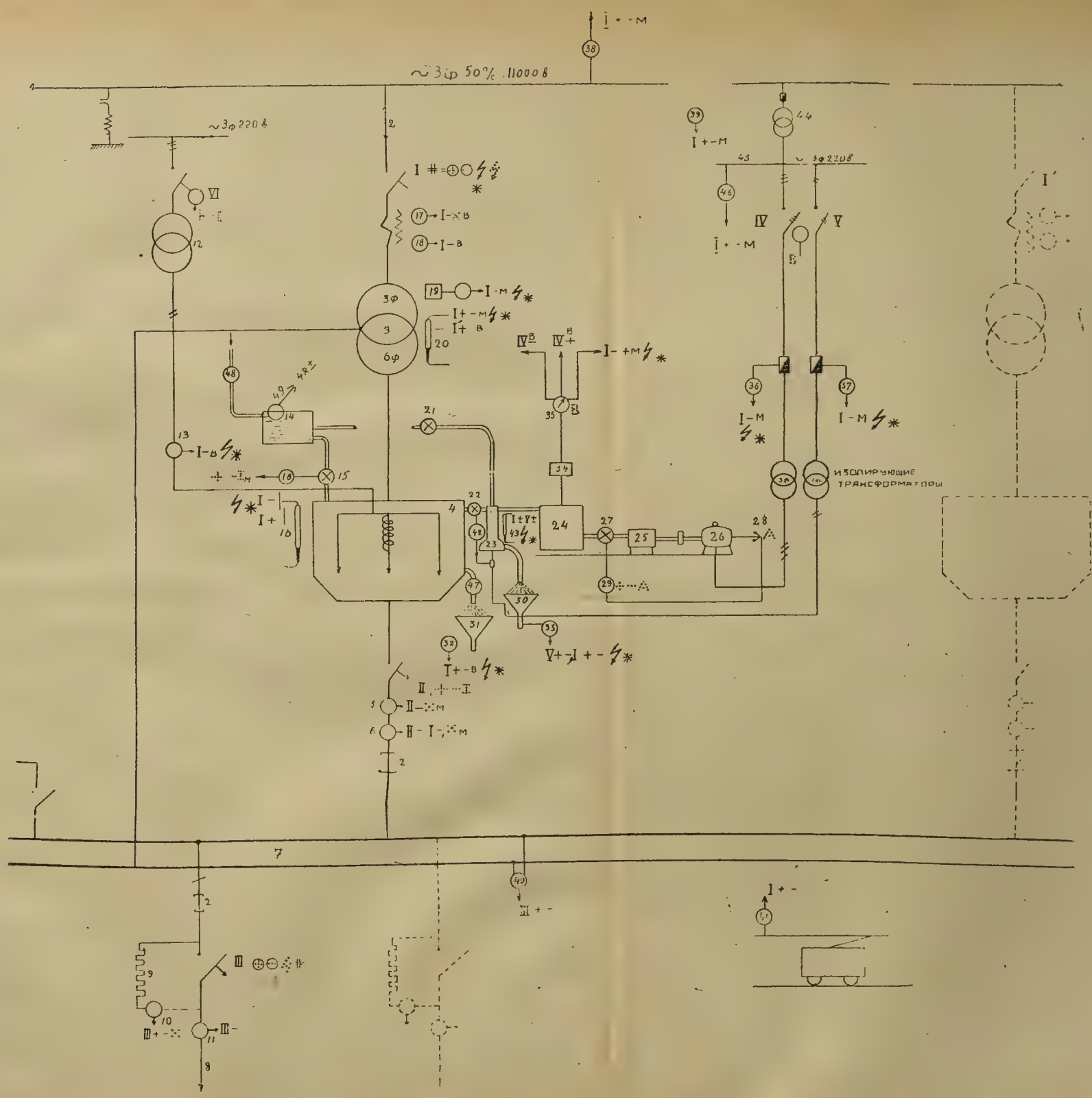


Рис. 27. Схема защиты и управления автоматической тяговой подстанции.

Условные обозначения

+ Посылается приказ включить
+ Получается " "
— Посылается " выключить
— Получается "
Телеуправление „включить"
— " " выключить
Авария включить резерв
Сигнал „включено"
" „выключено
" " авария
Повторные включения
М Моментальный импульс
В Импульс с выдержкой времени
I Масляный выключатель
II Катодный автомат
III Фидерный "
IV Контактор мотора насоса
V " подогревателя ртутного насоса
VI " возбуждения
Реле
Пример
Реле дает импульс на включение и выключение
" получает " " " от мв

2) Должны быть предусмотрены следующие измерительные самопишущие приборы: на каждый аггрегат—амперограф постоянного тока; на шины подстанции—вольтметрограф.

12. Вопросы безопасности.

1) Расположение внутреннего оборудования подстанции и электрические соединения должны производиться согласно правил и норм для замкнутых электромашинных помещений.

2) Так как цилиндр выпрямителя находится под высоким потенциалом относительно земли, то такой же потенциал имеют все реле и приборы, соприкасающиеся с ним, поэтому должна быть предусмотрена соответствующая изоляция их относительно земли и проводки низкого напряжения.

Приложение

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИЕЙ С РТУТНЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ, ПРИ ПОМОЩИ АППАРАТУРЫ ЗАВОДОВ СССР [1]

Выше было указано, что применение электромагнитной системы управления ртутным выпрямителем дает возможность использовать уже существующие типы реле, применяемые для других отраслей электротехники.

Для выяснения, какие именно реле и аппараты, изготовляемые в СССР, могут быть использованы для автоматического управления ртутным выпрямителем на основе разработанных технических требований и схемы управления тяговой подстанцией (рис. 24), была составлена скелет-схема, в которой были подобраны соответствующие реле и аппараты, уже сейчас изготовляемые у нас (см. рис. 25).

Спецификация к рис. 25.

1. Бак для охлаждающей воды с поплавком системы Трегера или Гильбиха.
2. Ручной водяной вентиль.
3. Ртутный конденсационный насос.
4. Форвакуумный бак.
5. Автоматический вакуумный кран.
6. Масляный насос.
7. Приводной двигатель к нему.
8. Водяное контрольное реле — воронка ртутного насоса.
9. Максимально-минимальное термическое реле ртутного насоса
10. Нагревательный элемент ртутного насоса.
11. Промежуточное реле РП—2 зав. «ХЭМЗ» ВЭО (управл. п. 12).
12. Электромагнитный вакуумный вентиль.
13. Изолирующий трансформатор.
14. Универсальный однополюсный предохранитель тип. Н зав. «Мосэлектрик».
15. Минимальное реле тока (контроль пп. 10, 11, 14).
16. Вакуумный мостик.
17. Контактный вакуумметр.
18. Промежуточное реле РП—2 зав. «ХЭМЗ» ВЭО (управл. п. 10).
19. „ „ „ „ „ (управл. п. 20).
20. Контактор зав. Динамо (включ. п. 7).
21. Телефонное реле типа АТС зав. «Красная Заря» (деблокир. п. 19).
22. Универсальный однополюсный предохранитель тип Н. зав. «Мосэлектрик».
23. Минимальное реле тока (конт. п. 7).
24. Изолирующий трансформатор.
25. Масляный выключатель.
26. Привод к п. 25.
27. Маховик ручного управления.
28. Промежуточное реле РП—2 зав. «ХЭМЗ» ВЭО (включ. п. 26).
29. „ „ „ „ „ (выключ. п. 26).
30. Телефонное двухкатушечное реле т. АТС зав. «Красная Заря» (упр. п. 28 и 29).

[1] Эта работа выполнена инж. Бегуновым при участии проф. Солодовникова.

31. Силовой трансформатор.
32. Ртутный выпрямитель.
33. Электромагнитный водяной вентиль.
34. Промежуточное реле РП—2 (включ. п. 33).
35. Телефонное реле типа АТС (выключ. п. 33).

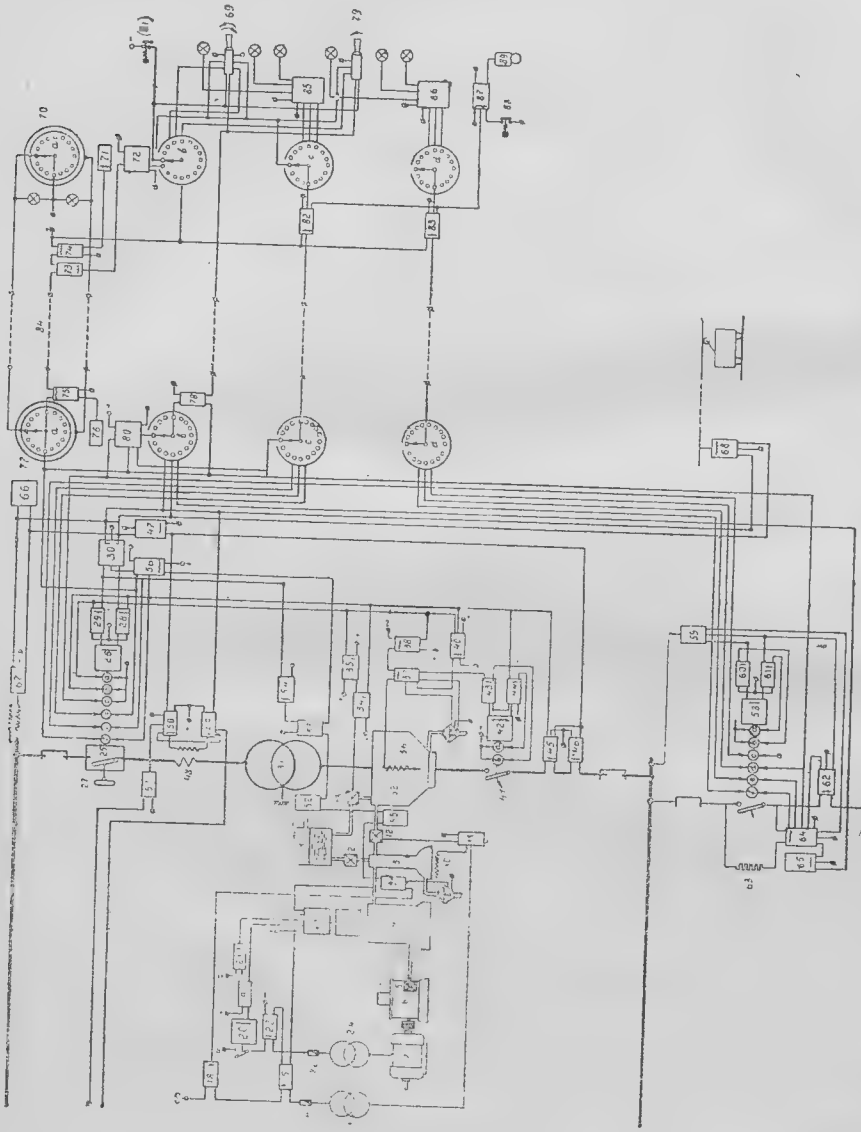


Рис. 25. Принципиальная скелет-схема автоматической ртутной подстанции с дистанционным контролем и управлением.

36. Соленоид зажигания.
37. Нулевое реле тока (контроль зажигания).
38. Промежуточное реле РП—2 (включ. п. 36).
39. Водяное контрольное реле, воронка ртутного выпрямителя.
40. Реле времени типа Р. В. зав. «ХЭМЗ» (выключ. п. 25).
41. Быстродействующий катодный автомат.
42. Привод к п. 41.
43. Промежуточное реле РП—2 (включ. п. 42).
44. „ „ „ „ (выключ. п. 42).
45. Максимальное реле тока.
46. Реле обратного тока.

47. Реле повторного включения.
48. Трансформатор тока.
49. Максимальное реле типа ЭТ зав. «ХЭМЗ», ВЭО.
50. Минимальное реле напряжения.
51. Реле времени типа РВ зав. «ХЭМЗ».
52. Реле газовое.
53. Термическое реле трансформатора.
54. Реле времени типа РВ 3 в. «ХЭМЗ».
56. Контактный термометр зав. ТОМП.
55. Телефонное реле типа АТС зав. «Красная Заря» (аварийное).
57. Тоже.
58. Фидерный быстродействующий автомат.
59. Реле напряжения (упр. п. 58).
60. Промежуточное реле РП—2 (для включения).
61. Тоже (для выключения).
62. Максимальное реле ток.
63. Устройство для испытания линии на сопротивление.
64. Реле повторного включения.
65. Телефонное реле зав. «Красная Заря» (для деблокировки).
66. Электровключающие часы.
67. Минимальное реле напряжения переченного тока.
68. „ „ „ постоянного „
69. Телефонный ключ типа ТН зав Красная Заря.
70. Телефонный 4-рядный малый искатель зав. «Красная Заря» (на диспетч. пункте.)
71. Привод к нему.
72. Телефонное реле типа АТС двухкатушечное зав. «Красная Заря» (пуск и остановка п. 70).
73. Пульс реле зав. «Красная Заря» (для включ. п. 74).
74. Телефонное линейное реле типа АТС (на диспетчерском пункте).
75. Тоже (на подстанции).
76. Привод к п. 77.
77. Телефонный 4-рядный малый искатель зав «Красная Заря» (на подстанции).
78. Телефонное линейное реле типа АТС (приемное).
79. Деблокирующий ключ.
80. Телефонное двухкатушечное реле типа АТС зав. «Красная Заря» (пуск искателей).
81. Квиттирующая телефонная кнопка на два положения (остановка искателей).
82. Приемное реле типа АТС.
83. Тоже.
84. Провод связи.
85. Исполнительные реле трехкатушечное типа АТС зав «Красная Заря».
86. Тоже.
87. Квиттирующая кнопка на два полож. (выключ. п. 89).
88. Сигнальный звонок зав. им. Кулакова.

Схема разбита на 10 следующих цепей:

1. Вакуумных устройств.
2. Масляного выключателя.
3. Возбуждения и зажигания.
4. Катодного автомата.
5. Связи аггрегатов.
6. Аварийной защиты.
7. Фидерного автомата.
8. Местного управления аггрегатом.
9. Дистанционного управления аггрегатом.
10. Дистанционного контроля (и аварийной сигнализации).

Все управление централизовано в масляном выключателе и его вспомогательных контактах.

Первый импульс на включение может быть подан, например, от контактных часов (66) или реле напряжения (67). Импульс передается на приемное реле (30), а через него на другое реле (29), включающее привод масляного выключателя (26). Импульс на нормальное выключение передается тем же путем, но уже через третье реле (28). Вспомогательный контакт на валу масляного выключателя *в* подает питание на реле (34),

включающее электромагнитный водяной вентиль, реле (34) заблокировывается через контакт реле (35). Следовательно, отключение реле (33) закрывает доступ воде в выпрямитель.

Через контакт *а* масляного выключателя включается реле (38), питающее зажигание выпрямителя от сети собственных нужд.

Работа зажигания контролируется реле (37).

Ток воды контролируется реле (39). В случае перерыва воды или нарушения зажигания, масляный выключатель выключается через реле (40) с выдержкой времени.

Рис. 26. Искатель дистанционного управления (зав. «Красная Заря»).

Вакуум выпрямителя контролируется с помощью контактного вакуумметра, включающего и выключающего с помощью реле (13 и 21) масляный насос.

Ток воды и подогрев ртутного насоса контролируются реле (8 и 11). Реле (50, 49, 52, 9, 17, 15, 22) образуют аварийную цепь. Размыкание контактов одного из указанных реле влечет за собой включение масляного выключателя через реле (56).

Включение и выключение обратного автомата осуществляется через реле (44 и 43).

Фидерный автомат нормально включается и выключается реле напряжения (59) через реле (60 и 61).

После выключения под действием максимального реле (62) производится испытание линии через сопротивление (63), причем делается 5 попыток повторного включения с помощью реле (64). В случае неудачи, фидерный автомат блокируется через реле (65).

По схеме предусматривается также и дистанционное управление подстанцией с диспетчерского пункта и с помощью искателя.

Управление это заключается: а) во включении и выключении масляного выключателя аггрегата, б) в деблокировке фидерного автомата после неудачных повторных включений.

Импульс подается телефонным ключом (69). Он передается на искатель (70 и 77), имеющий 4 ряда контактов: а) для синхронизации, b) для передачи импульса с пункта на подстанцию, с) и d) для получения сигналов с подстанции. Искатели синхронно вращаются. Синхронизация их достигается с помощью пульс-реле (73) и реле синхронизации (74 и 75).

С помощью линейного реле (78), принимающего оперативный импульс, подается напряжение на соответствующий ряд искателя, откуда передается на масляный выключатель или фидерный автомат.

С подстанции на пункт управления через те же искатели передаются следующие сигналы: *включено*, *выключено*, *выключено-авария*, соответствующие тому или другому положению масляного выключателя или фидерного автомата. Сигналы подаются вспомогательными контактами на валу масляного выключателя или фидерного автомата.

Искатель для дистанционного управления изображен на рис. 26.

Инж. КЛАРК, И. Ф.

ТРАНСПОРТ ЛЕНИНГРАДА В СВЯЗИ С РАССЕЛЕНИЕМ НАСЕЛЕНИЯ

Введение

Объем внутригородских пассажирских перемещений обусловливается следующими основными факторами:

1. Количеством населения и его составом.
2. Размещением важнейших функциональных районов.
3. Расселением населения.
4. Состоянием обслуживания населения и размещением сетей обслуживания.

Подвижность населения или число поездок на одного жителя в год, которую обычно считают, наряду с числом жителей, важнейшим фактором, определяющим объем перевозок, на самом деле является функцией перечисленных выше факторов.

Определяемая по отчетным данным транспортных организаций подвижность населения зависит в значительной степени, кроме перечисленных выше факторов, также и от состояния обслуживания населения транспортом. В виду того, что подавляющее большинство городов, доставшихся СССР от капиталистической эпохи, было обслужено транспортными сетями недостаточно и неравномерно и не соответствовало требованиям социалистического города, указанный показатель подвижности не характеризует действительной потребности населения в передвижении по территории.

Учитывая при этом, что планирование объема и распределения пассажирских перевозок по общему коэфициенту подвижности населения, включающему передвижения населения по самым разнообразным целям, может осуществляться только посредством статистической экстраполяции, следует отказаться от этого метода, сосредоточив основное внимание на непосредственном изучении перечисленных выше факторов, определяющих объем и распределение пассажирских перемещений по территории.

Перемещения эти, за немногими исключениями (прогулка), не являются для населения целью сами по себе, а являются неизбежными спутниками в ех производственных и бытовых процессов, в которых участвует население городов.

Поэтому максимальное сокращение количества и расстояния перемещений населения при одновременном росте качества его обслуживания и участия в общественной жизни должно быть поставлено, как задача организации оптимальной транспортной связи с минимальными потерями времени у населения на передвижение по территории и минимальным расходам энергии для этой цели.

Для разрешения этой задачи в настоящей работе сделана первая попытка сопоставления действующих в г. Ленинграде факторов, определяющих объем и распределение перемещений населения по территории.

К сожалению, основные материалы обследования расселения населения Ленинграда относятся к 1932 г. После этого срока в расселении произошли значительные изменения, однако отсутствие позднейших обследований заставляет пользоваться в настоящей работе материалами 1932 г. с учетом возможных изменений, происшедших за период 1933—1935 гг.

Глава I

РАЗМЕЩЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАЙОНОВ И РАССЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

НАСЕЛЕНИЕ И ТЕРРИТОРИЯ

Население Ленинграда в 1935 г. определялось по учету ЛУНХУ в 2 770 тыс. чел.

Городов с населением выше 2 млн. в мире насчитывается одиннадцать.

Таблица 1

Население крупнейших городов мира.

№№ по пор.	Города	Число жителей в тысячах без пригородов [1]	Дата переписи или учета
1	Нью-Йорк	6 930	1/IV—1930
2	Лондон	4 397	26/IV—1931
3	Берлин	4 243	16/VI - 1933
4	Москва	3 600	1935
5	Чикаго	3 376	1/IV—1930
6	Париж	2 891	8/III - 1931
7	Ленинград	2 770	1935
8	Шанхай	2 674	1930
9	Осака	2 453	1/X—1930
10	Буэнос-Айрес	2 153	1930
11	Токио	2 040	1/X—1930

До революции население Ленинграда непрерывно увеличивалось и достигло в 1915 г. 2 348 тыс. чел. В годы революции и интервенции количество населения резко упало, достигнув в 1920 г. 721 тыс.; после 1921 г. началось быстрое восстановление города, возвращение в него старых жителей и приток новых. В 1931 г. среднегодовое число жителей составило 2 372 тыс. чел., а в 1932 г. достигло 2 684 тыс.

Проведение ряда мероприятий по ограничению нового крупного промышленного строительства и притока населения привело население Ленинграда к относительно стабильному состоянию приблизительно на уровне 1932 г. (2 716 тыс. в 1934 г., 2 770 тыс. в 1935 г.).

Возрастный состав населения характеризуется следующими данными:

Таблица 2

Возрастные группы	1933 г.	
	Мужчин	Женщин
0—15	23,0	21,5
16—59	73,7	71,9
60 и старше	3,3	6,6
	100%	100%

[1] Statistisches Jahrbuch Für das Deutsche Reich 1934 г.

Общая площадь занимаемая Ленинградом равняется по данным АПО Лепсовета 31 348 *га* с водными пространствами и 26 231 *га* без водных пространств.

Вся территория города разделялась в 1935 г. между 9 административными районами следующим образом:

Таблица 3

№№	Наименование района	Территория района	
		В *га*	В % к общей площади
1	Василеостровский	1 273	5,0
2	Петроградский	4 895	18,5
3	Выборгский	8 111	30,9
4	Октябрьский	674	2,6
5	Центральный	487	1,9
6	Смольнинский	687	2,7
7	Кировский	3 036	11,6
8	Московский	3 675	14,0
9	Володарский	3 393	12,8
		26 231	100%

В апреле 1936 г., для удобства управления и приближения учреждений районных советов к населению, районы города были разукрупнены. По новому делению территория разделяется между 15 районами следующим образом:

Таблица 4

№№	Наименование района	Территория района	
		В *га*	В %% к общей площади
1	Октябрьский	500	1,9
2	Куйбышевский	270	1,0
3	Дзержинский	330	1,3
4	Ленинский	570	2,2
5	Кировский	2470	9,4
6	Фрунзенский	360	1,4
7	Московский	3750	14,3
8	Володарский	2650	10,0
9	Смольнинский	690	2,6
10	Красногвардейский	5090	19,4
11	Выборгский	3530	13,5

(Продолжение табл. 4)

№№	Наименование района	Территория района	
		В *га*	В %% к общей площади
12	Приморский	4270	16,4
13	Петроградский	530	2,0
14	Василеостровский	471	1,8
15	Свердловский	750	2,8
		26231	100%

Границы административных районов Ленинграда на значительном протяжении совпадают с естественными рубежами (Нева, каналы, взморье) или искусственно созданными препятствиями (линии железных дорог), вследствие чего административное деление в большой мере соответствует географическому делению.

Река Нева разделяет город на две части:

Заречные районы
Незаречные районы.

В свою очередь незаречные районы разбиваются на две группы:

Центральные и
Южные

Между приведенными укрупненными районами территория распределяется следующим образом:

Таблица 5

№№ по пор.	Наименование районов	Территория	
		В *га*	В % к общей площади
1	Северная группа (заречные районы)	14 279	54,4
2	Центральная группа районов	1 848	7,2
3	Южная группа районов	10 104	38,4
		26 231	100%

В настоящей работе анализ расселения населения произведен по материалам обследования 1932 г., которое было разработано по существовавшим тогда 8 административным районам города (см. рис. 1). Схема пассажиропотоков на 1945 г. построена между 15 подрайонами, условно принятыми АПО Ленсовета в 1935 г. для разработки конкурсного проекта планировки и основанными на существовавшем тогда делении города на 9 административных районов (см. рис. 15).

Районирование 1936 г. было проведено после окончания настоящей работы, вследствие чего оно не могло быть учтено при разработке.

В дальнейшем все фактические данные о распределении населения по месту жилья и месту работы в 1935 г. и предположения на 1945 г.

приведены по районам 1935 г., а данные фактических обследований расселения по отношению к месту работы по районам 1932 г., отличавшихся от районов 1935 г. в основном объединением Смольнинского и Центрального районов в один большой Смольнинский район.

Расселение жителей по административным районам.

Население города в 1935 г. по данным АПО Ленсовета распределялось по административным районам следующим образом:

Таблица 6

№№ по пор.	Наименование районов	Население	
		В тысячах	В % к общему числу жителей
1	Василеостровский	260	9,4
2	Петроградский	381	13,7
3	Выборгский	277	10,0
4	Октябрьский	435	15,7
5	Центральный	401	14,5
6	Смольнинский	291	10,5
7	Кировский	263	9,5
8	Московский	154	5,6
	Володарский	308	11,1
		2 770	100%
	По укрупненным районам		
1	Северные районы	918	33,1
2	Центральные районы	1 127	40,7
3	Южные „	725	26,2
		2 770	100%

Основными районами расселения являются центральные, вмещающие 40% всего населения на площади равной 7% от всей территории города.

Удельное значение центральных районов Ленинграда, как районов расселения, несколько снижалось перед революцией, несмотря на абсолютный рост населения в них.

Таблица 7

Годы	Число жителей в центральных районах в тысячах	Процент по отношению к общему количеству жителей города
1910	400	21
1914	410	19,5
1915	439	18,5
1923	323	30,4
1926	491	30,9
1933	1 041	40
1935	1 127	40,7

После революции значение центральных районов, как жилых районов, увеличилось. Этому содействовала классовая жилищная политика, направившая расселение рабочих в буржуазные квартиры центральных районов. Это определялось также и составом жилищного фонда (каменный фонд), благодаря которому он не подвергся в центральных районах такому уничтожению в годы разрухи, как это наблюдалось в окраинных районах с деревянными постройками.

Иная картина наблюдается в крупных заграничных городах. Центральные районы этих городов не только понизили свое удельное значение, как жилые районы, но и потеряли значительную часть жителей.

Сравнительное изменение числа жителей в двух районах Парижа (центральном и пригородном) видно из следующих данных (в тыс. жит.). [1]

Таблица 8

Годы	1 район (центральный)	Сен-Дени (пригородный)
1861	112	52
1872	130	75
1881	160	100
1891	154	107
1901	153	130
1911	152	200
1921	146	225

Таблица 9

Изменение числа жителей в отдельных поясах города Гамбурга по отношению к центру [2]

Годы переписи	1-й пояс		2-й пояс		Внешние районы города	
	Число жителей в тыс.	%	Число жителей в тыс.	%	Число жителей в тыс.	%
1880	171	41	116	28	131	31
1890	161	28	159	27	261	45
1900	139	20	173	24	404	56
1910	102	11	179	19	668	70
1919	80	8	157	16	745	76
1925	85	8	166	15	829	77

Приведенные таблицы динамики населения отдельных районов городов Парижа и Гамбурга наглядно показывают, как при стихийном росте, присущем капиталистическому городу, постепенно создается деловая часть

[1] Корбюзье. Планировка города. ОГИЗ. 1933 г.
[2] Statistische Mitteilungen über den Hamburgischen Staat, № 24, 1930.

города (Сити) население в которой, соответственно росту делового значения, постепенно убывает.

Использование территории районов Ленинграда для расселения населения характеризуется плотностью населения, т. е. числом жителей на один гектар территории. Из всех районов Ленинграда только территория Смольнинского, Центрального и Октябрьского районов почти полностью использована под селитьбу; в прочих районах имеются еще значительные неиспользованные территории.

Таблица 10

Плотность населения в районах Ленинграда в 1935 г.

№№ по пор.	Наименование района	Число жителей	Территория в *га*			Плотность населения на 1 *га*		
			Жилых кварталов	Селитебн.	Всего	Жилого квартала	Селитебной территории	Общая
1	Василеостровский . . .	260	242	521	1 273	1 070	500	204
2	Петроградский	381	514	1 258	4 895	742	320	78
3	Выборгский	277	1 242	2 294	8 111	222	121	34
4	Октябрьский	435	248	469	674	1 750	925	647
5	Центральный	401	220	369	487	1 825	1 030	825
6	Смольнинский	291	166	452	687	1 750	645	424
7	Кировский	263	322	637	3 036	817	415	87
8	Московский	154	303	689	3 675	508	224	42
9	Володарский	308	576	1 075	3 393	535	286	90
		2 770	3 833	7 764	26 231	725	356	105

Районы Володарский, Выборгский, Московский и Кировский включают в себя основные промышленные территории крупнейших гигантов Ленинграда и имеют еще значительные запасы неиспользованных под застройку земель и невысокую плотность населения.

Географическое положение районов можно характеризовать следующим образом:

Смольнинский и Октябрьский районы расположены вокруг геометрического центра города, окружены селитебными районами, хорошо связаны между собой по целому ряду магистральных улиц и имеют связь с южными районами по ограниченному количеству магистралей. От заречных частей они отделены Невой.

Василеостровский и Петроградский районы расположены сравнительно близко к центру, но имеют смежные селитебные районы только с трех сторон. Северо-западные окраины районов примыкают непосредственно к административной границе города и естественной границе — взморью.

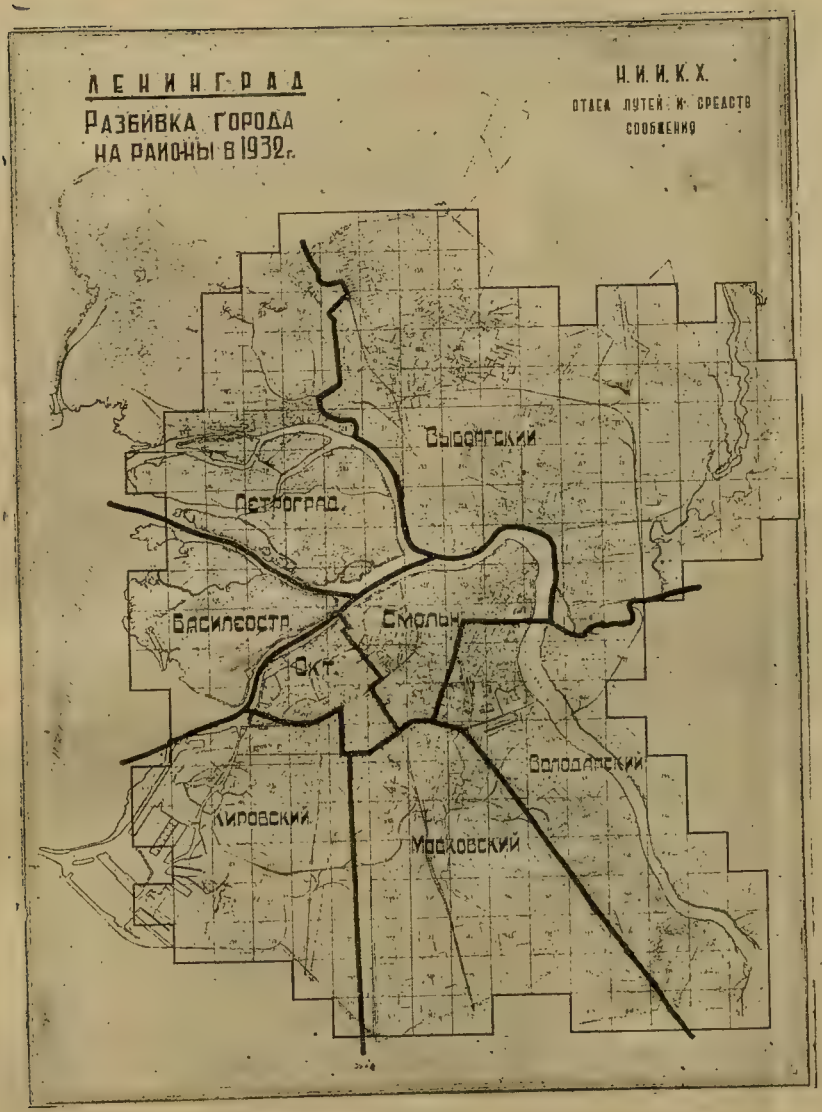

ЛЕНИНГРАД
Разбивка города
на районы в 1932г.
Н.И.И.К.Х.
отдел путей и средств
сообщения
Выборгский
Петроград.
Василеостр.
Смольн.
Окт.
Володарский
Кировский
Московский

Рис. 1.

ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЛЕНИНГРАДА

ПО КИЛОМЕТРОВЫМ КВАДРАТАМ ГОРОДА

НА 1-ое АПРЕЛЯ 1932 Г.

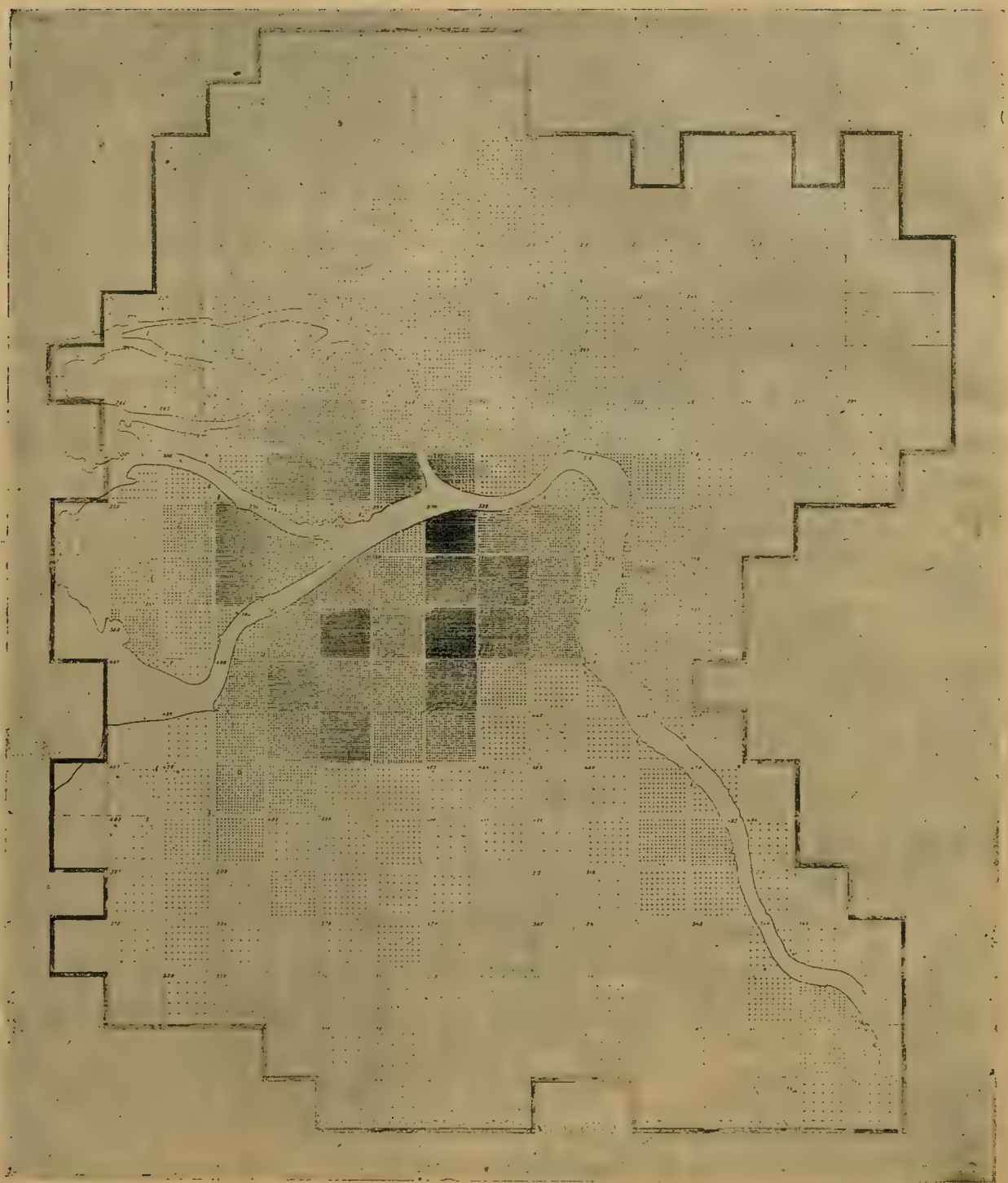


Рис. 2.

Московский, Кировский, Выборгский и Володарский районы клиньями расходятся от центральных районов к окраинам. Границами этих клиньев служит Нева и линии железных дорог, проникающие с юга глубоко в город.

Наличие целого ряда естественных и искусственных преград между районами в виде водных протоков и железнодорожных линий, затрудняет транспортную связь между смежными территориями, что нашло свое отражение в характере расселения населения. Особенно затруднительна взаимная транспортная связь районов Кировского, Московского и Володарского. Их развитие и расселение преимущественно направлено по радиальным направлениям. Поперечные экваториальные связи ничтожны.

Исходя из анализа расселения населения по административным районам, можно сделать выводы:

1) что основные фокусы движения должны быть сосредоточены в районах центральных, как районах наибольшего сосредоточения населения и наибольшего транзита;

2) что тяготеющие друг к другу по характеру промышленности и ее значению районы Кировский, Московский и Володарский в настоящее время не имеют необходимой связи. Обеспечение их взаимной удобной транспортной связью может отвлечь от центральных районов большое количество пассажиров;

3) что даже при относительной стабилизации населения города необходимость увеличения жилплощади на душу населения вызовет выселение из центральных районов части населения, вследствие отсутствия в них достаточных планировочных ресурсов.

Расселение населения по мелким территориальным единицам (стандартным квадратам)

Для изучения транспортных связей, выявления фокусов движения и построения пассажирских потоков недостаточно данных о расселении только по крупным административным районам. Вместе с тем переход к кварталу, как объекту изучения транспортных связей, вызвал бы большие трудности. В самом деле, многочисленные кварталы могли привести к огромному количеству разного рода сочетаний.

Нами поэтому избран за единицу территории, по предложению А. И. Кельина, квадрат со стороной, равной 1 *км* координатной сетки, принятой для съемки Ленинграда. Стандартный размер квадрата, вводя некоторую условность при составлении характеристики его содержания, благодаря единой и простой форме, облегчает все последующие расчеты, особенно по определению расстояний.

Для характеристики расселения населения по квадратам был произведен учет населения по спискам жактов на 1-е апреля 1932 г. По адресам жактов все население было разбито по стандартным квадратам. Те дома, которые пересекались линией, ограничивающей квадрат, целиком включались в квадрат, к которому относилась большая часть здания. Всего было разработано по квадратам 2 400 тыс. населения.

На основании данных о расселении населения по квадратам построена точечным методом картограмма плотности населения. Каждая точка на картограмме соответствует 100 чел.

Картограмма (рис. 2) еще нагляднее подчеркивает значение центральных районов, как основных жилых районов.

Вместе с тем она дает представление и о расселении в пределах каждого района.

По плотности населения всю территорию Ленинграда можно разбить на две основных части: с высокой плотностью — кольцо радиуса 3—4 *км* вокруг центра квадрата № 362 и с низкой плотностью — внешние районы города.

Несмотря на отмеченную различную плотность населения в центральных и внешних административных районах, части окраинных районов, непосредственно примыкающие к центральным, — имеют мало отличающуюся от последних плотность населения. Границы административных районов по отношению плотности населения являются случайными.

В Центральном районе, несмотря на высокую общую плотность населения, некоторые квадраты (337, 361, 362) имеют относительно небольшую плотность населения, обусловленную использованием значительной площади зданий под учреждения.

Изучение расселения населения по квадратам заставляет обратить внимание на чрезвычайно высокую плотность населения в отдельных микрорайонах Ленинграда.

Таблица 11

Число жителей в наиболее плотно заселенных квадратах

№№ п/п	Число жителей	Плотность населения на 1 *га*	№№ п/п	Число жителей	Плотность населения на 1 *га*
1	107 782	1 078	16	46 190	462
2	92 996	930	17	45 769	458
3	69 174	692	18	45 559	456
4	67 351	674	19	40 832	408
5	65 340	653	20	40 510	405
6	63 830	638	21	39 653	396
7	63 830	638	22	39 474	394
8	63 739	637	23	38 501	385
9	63 650	636	24	37 666	377
10	58 313	583	25	36 657	367
11	55 061	551	26	36 097	361
12	53 688	537	27	35 384	354
13	52 222	522	28	33 337	333
14	47 896	479	29	31 573	316
15	46 817	468			

Всех квадратов с плотностью населения свыше 300 человек на гектар—29, из них:

свыше	1 000 жител.	на 1 *га*	1 кв.
»	900—1 000	» 1 »	1 »
»	600— 700	» 1 »	7 »
»	500— 600	» 1 »	4 »
»	400— 500	» 1 »	7 »
»	300— 400	» 1 »	9 »

Имея в виду, что плотность населения взята не в границах квартала, а по отношению к общей территории района, — следует признать приведенные цифры чрезвычайно высокими.

Расселение по отношению к центру города

Диаграмма расселения по километровым квадратным зонам от центра, аккумулятивная кривая (см. рис. 3) и диаграмма расселения населения

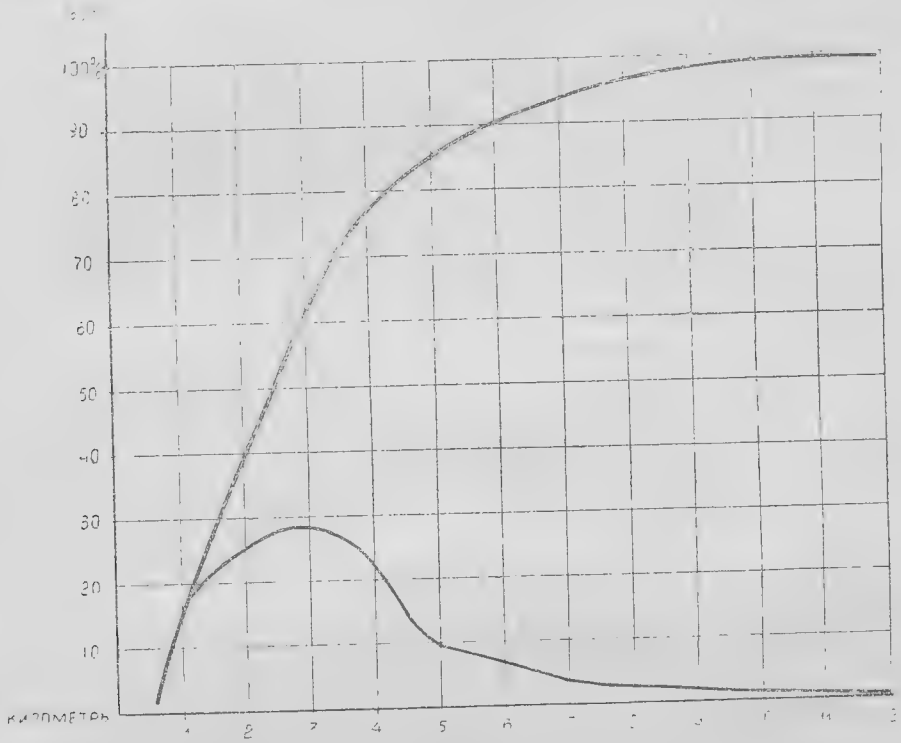


Рис. 3. Кривая расселения по километровым зонам от центра (нижняя) и аккумулятивная кривая (верхняя).

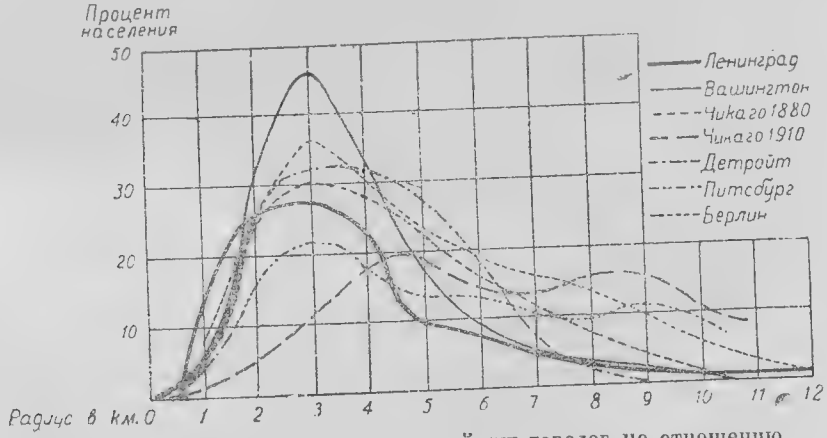


Рис. 4. Расселение населения крупнейших городов по отношению к центру города.

Ленинграда по отношению к центру в сравнении с американскими городами и г. Берлином (см. рис. 4) приводят к следующим главнейшим выводам:

1. Основная масса населения Ленинграда расселена в 4-километровой зоне по отношению центра, за который принят квадрат 362.

2. Ситизация центра, особенно ярко иллюстрируемая кривыми распределения населения города Чикаго в 1880 и 1910 гг., а также вышеприведенными данными по Парижу и Гамбургу, не имеет места в Ленинграде.

3. В капиталистическом городе на изменение расселения населения по отношению к центру повлияли следующие факторы:

а) рост города;

б) вытеснение населения из центральных районов учреждениями,

в) недоступность для пролетарского населения квартир в центральных районах вследствие их высокой стоимости.

Эти факторы, находясь в зависимости друг от друга, в условиях планового социалистического хозяйства ограничиваются в своем влиянии:

а) рост населения Ленинграда уже в значительной мере сдержан,

б) развитие районных подцентров и приближение сетей обслуживания к населению также сдерживает ситизацию центра,

в) рабочие расселены по всему городу, в том числе в центральных бывших буржуазных частях.

Для оценки средней дальности населения от центра было определено средне-взвешенное расстояние мест жилья от центра города (квадрат 362) путем умножения числа живущих в каждом квадрате на расстояние по улицам от центра этого квадрата до центра квадрата 362.

Среднее расстояние населения от центра по осям улиц определилось таким образом в 4,15 *км*.

Расстояние это очень мало отличается от средней дальности поездки на трамвае с учетом расстояния до остановки.

Таблица 12

Расселение населения по километровым зонам в отношении центра

Зоны	Расстояние в *км*	Число жителей	%
0	0—1	46 179	1,92
1	1—2	422 078	17,60
2	2—3	445 028	18,75
3	3—4	478 780	19,85
4	4—5	397 744	16,60
5	5—6	162 757	6,80
6	6—7	146 611	6,13
7	7—8	97 787	4,08
8	8—9	65 905	2,75
9	9—10	49 252	2,06
10	10—11	26 339	1,10
11	11—12	12 335	0,52
12	12—13	21 775	0,91
13	13—14	13 588	0,57
14	14—15	5 202	0,27
15	15—16	1 202	0,05
16	16—17	—	—
17	17—18	1 000	0,04
		2 393 562	100

Размещение по территории мест приложения труда населения

Важнейшей категорией внутригородских пассажирских поездок являются ежедневные поездки населения к месту работы и обратно. Поездки эти имеют наибольший процент в общем объеме перевозок. Пассажирообразующими центрами этой категории перемещений являются сосредо-

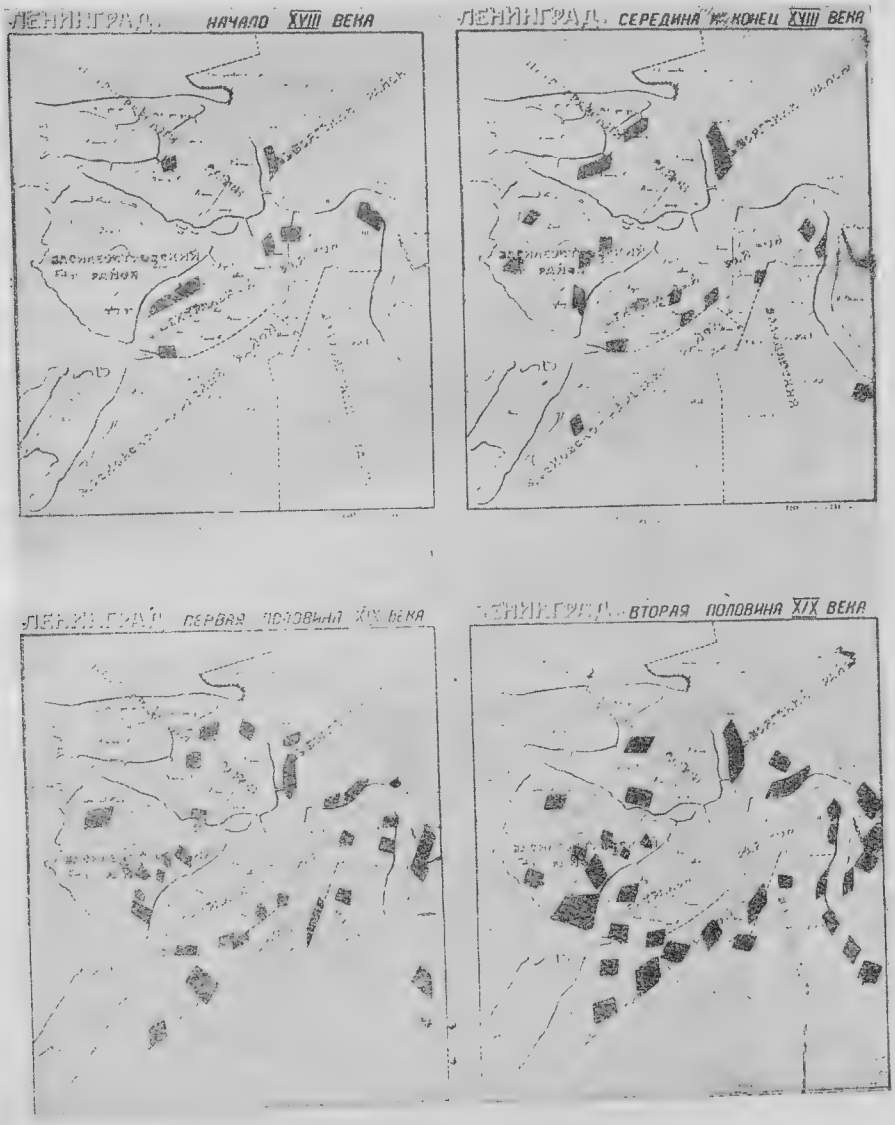


Рис. 5. Размещение промышленности Ленинграда в различные периоды его развития.

точенные места работы населения. Для выявления территориального размещения фокусов движения на работу было произведено исследование размещения важнейших мест работы—предприятий и учреждений, а также высших учебных заведений.

Размещение промышленности по территории Ленинграда, как видно из картограмм, соответствующих четырем этапам развития города, отличается большой случайностью (см. рис. 5).

Центральные районы города между Пр. 25 Октября, Набережной 9-го января, Набережной Робеспьера, Таврическим садом (старые части

Рис. 6. Площадь кругов, построенных в центре каждого квадрата, пропорциональна числу служащих занятых в учреждениях данного квадрата.

города — Литейная и 1-е участки Спасской, Казанской и Адмиралтейской частей) почти свободны от промышленных предприятий.

Основная масса промпредприятий сосредоточена в квадратных зонах IV, V и VI, т. е. в расстоянии от 4 до 8 *км* от центра. Число пред-

приятий и количество занятых в них рабочих резко падает в частях города на расстоянии от центра менее 2 *км* и более 8 *км*.

Существующая дислокация ленинградской промышленности и в будущем останется важнейшим фактором, определяющим пассажирские потоки Ленинграда, так как высокая стоимость сооружений промышленности дает основания предполагать, что существующее размещение предприятий не будет в сколь-либо значительной мере изменено при их реконструкции; новые же предприятия не смогут изменить существующую ситуацию, вследствие решения партии и правительства не строить в Ленинграде, начиная с 1932 г. новых крупных промышленных предприятий.

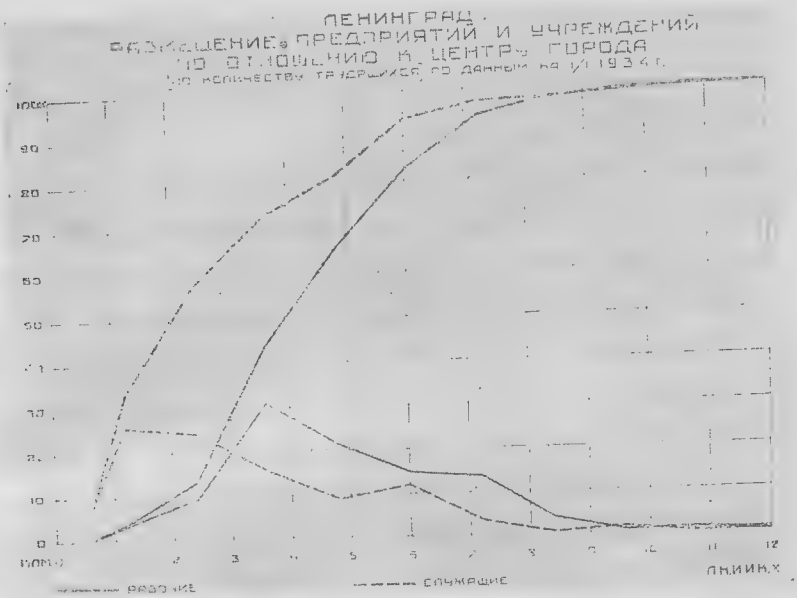


Рис. 7.

Размещение учреждений заметно отличается от размещения промпредприятий.

Картограмма размещения учреждений по квадратам города подчеркивает большое значение центра в размещении учреждений. Основная масса учреждений сосредоточена в районе Пр. 25-го Октября от Фонтанки до Главного Штаба. Три километровых квадрата: 361, 362 и 387 сосредоточивают в себе учреждения с числом служащих, равным 23% от общего их количества.

За пределами двухкилометрового радиуса от центра число служащих, занятых в учреждениях, резко падает во всех направлениях.

Учреждения, расположенные вне центральных районов, в большинстве не имеют общегородского значения. Это или учреждения районного значения или государственные учреждения, не обслуживающие городского населения.

Исключением является порт, расположенный на периферии города и сосредоточивающий большое количество служащих.

Сопоставление картограммы размещения учреждений с картограммой плотности населения подтверждает ранее высказанные соображения о слабой ситизации центральных районов по сравнению с крупными мировыми центрами.

Размещение учреждений не следует считать столь же стабильным, как размещение промышленности, так как учреждения не предъявляют специфических требований к зданиям, в которых размещаются, за исключением планировки помещений. Они также не связаны другим, весьма важным фактором, имеющим решающее значение в прикреплении промышленности к территории, а именно смонтированным дорого стоящим оборудованием.

После революции мы видим заметное приближение учреждений к обслуживаемому ими населению. Производящееся сейчас строительство ряда районных домов Советов намечает расположение административных подцентров отдельных районов.

В отношении учреждений общегородского значения следует отметить особенность Ленинграда, заключающуюся в том, что важнейшее учреждение общегородского значения — Областной Исполком, Городской Совет, Обком и Горком партии — расположены на расстоянии около 4 *км* от существующего центра города.

Намечаемое строительство Дворца Советов в Московском районе на основной планировочной оси, развивающегося на юг Ленинграда, облегчает разрешение вопроса об обслуживании транспортом общегородского административного центра.

Размещение высших и специальных средних учебных заведений по территории города является в сравнении с размещением промышленности и учреждений еще более случайным.

Большинство ВУЗов размещается в центральных районах. Наряду с этим, на крайнем севере города имеются два больших пятна ВУЗов — это Индустриальный институт и Лесо-техническая академия. Южный район почти свободен от ВУЗов. Исключение составляет вновь развивающийся ВУЗовский район Автодорожного института и Института промышленного транспорта на Московском шоссе.

Рассчитывать в ближайшее время на реконструкцию сети ВУЗов не приходится. Большинство их существует длительное время и имеют богато оборудованные лаборатории. Тем не менее, возможно ожидать постройку новых зданий для отдельных ВУЗов, которым при настоящем развитии науки и техники становится уже тесно в своих стенах. В этом случае транспортные соображения заставляют настаивать на осуществлении новых объектов строительства на периферии в удобной связи с индустриальными районами, служащими базой для производственной практики, и свободными участками, могущими быть использованными для постройки общежитий.

Расселение населения по отношению к месту работы

Расселение в городе

Изучение расселения трудящихся по отношению к месту работы было произведено нами в 1932 г., путем обследования адресов 586 тыс. трудящихся Ленинграда.

Данные обследования выявили, что занятые на работе в отдельных районах Ленинграда трудящиеся далеко не одинаково обеспечены жилой площадью в пределах района своей работы.

Картограммы расселения трудящихся (рис. 8), занятых в отдельных районах и две таблицы (табл. 13 и 14), дают ясное представление о распределении баз жилья для отдельных промышленных районов.

Таблица 13

Расселение по городу трудящихся, занятых на работе в разных районах города

(в абсолютных числах)

№№ по порядку	Район работы \ Район жилья	1 Смольнинский	2 Октябрьский	3 Володарский	4 Выборгский	5 Петроградский	6 Василеостровский	7 Кировский	8 Московский	9 Пригороды	Всего
1	Смольнинский	**9 695**	3 442	4 247	1 116	1 271	949	595	1 153	1 651	24 119
2	Октябрьский	6 008	**10 782**	2 135	655	1 949	2 053	2 106	919	823	27 430
3	Володарский	6 560	2 399	**21 592**	1 063	1 336	823	482	889	1 013	36 157
4	Выборгский	11 637	4 349	4 633	**29 309**	9 887	2 606	763	866	5 289	69 339
5	Петроградский	5 831	3 941	1 834	2 457	**27 277**	4 465	565	484	1 480	48 334
6	Василеостровский	6 230	6 099	1 968	1 361	7 400	**30 108**	913	609	1 330	56 018
7	Кировский	12 909	19 238	4 725	1 394	3 618	2 676	**29 065**	3 004	10 268	86 897
8	Московский	12 784	15 350	4 731	**1 241**	2 903	2 037	4 652	**13 571**	4 532	61 801
9	Порт	2 356	3 568	845	278	1 063	1 450	2 718	322	1 126	13 726

Таблица 14

Расселение по городу трудящихся, занятых на работе в отдельных районах города

(в процентах)

№№ по порядку	Район работы \ Район жилья	1 Смольнинский	2 Октябрьский	3 Володарский	4 Выборгский	5 Петроградский	6 Василеостровский	7 Кировский	8 Московский	9 Пригороды	Всего
1	Смольнинский	**40,3**	14,3	17,6	4,5	5,3	3,9	2,5	4,8	6,8	100%
2	Октябрьский	22,3	**39,5**	7,7	2,3	7,0	7,4	7,6	3,3	2,9	100%
3	Володарский	18,1	6,6	**59,8**	2,9	3,7	1,3	2,3	2,5	2,8	100%
4	Выборгский	16,7	6,3	6,7	**42,1**	14,2	3,7	1,1	1,2	8,0	100%
5	Петроградский	12,0	8,2	3,8	5,1	**56,4**	9,2	1,2	1,0	3,1	100%
6	Василеостровский	11,2	10,9	3,5	2,4	13,3	**53,6**	1,6	1,1	2,4	100%
7	Кировский	14,9	22,1	5,5	1,6	4,2	3,0	33,5	3,5	11,7	100%
8	Московский	20,7	24,9	7,6	2,0	4,7	3,3	7,5	**22,0**	7,3	100%
9	Порт	17,1	26,0	6,2	2,1	7,8	10,6	19,8	2,3	8,1	100%

Процент трудящихся, проживающих в том же районе, где находится место их работы, характеризуется следующими данными:

1. Володарский 60%
2. Петроградский 57%
3. Василеостровский 54%
4. Выборгский 42%
5. Смольнинский 40%
6. Октябрьский 39%
7. Кировский 34%
8. Московский 22%

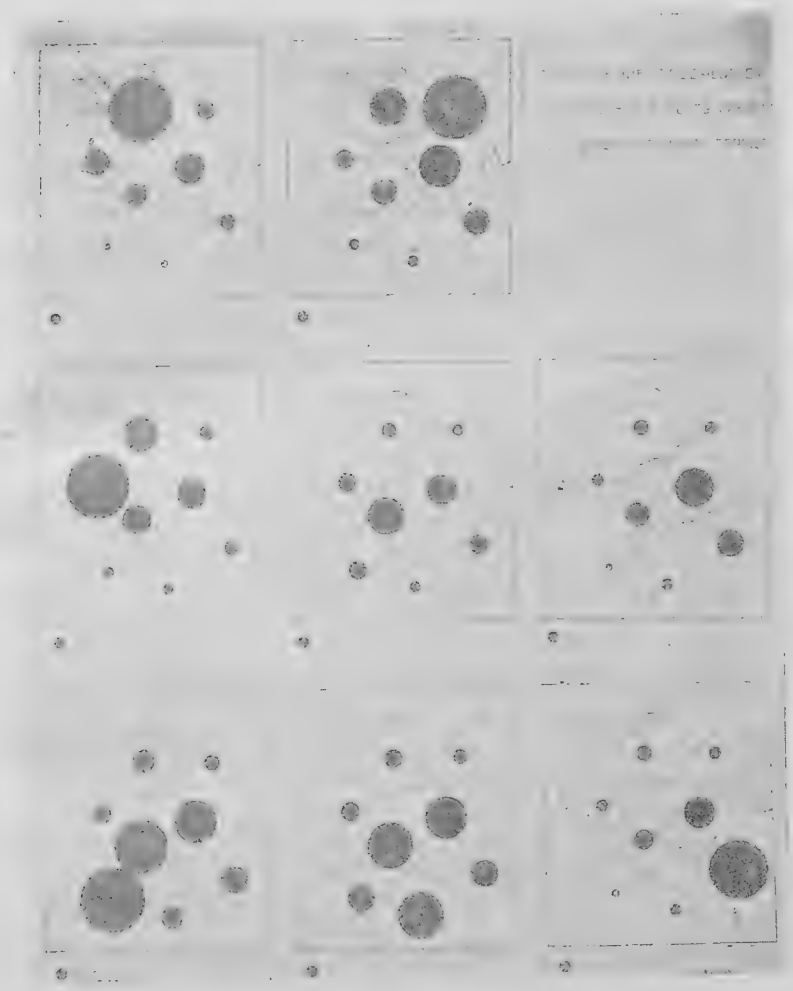


Рис. 8. Площади кругов пропорциональны числу трудящихся, занятых на работе в районе, для которого построена картограмма, и живущих в соответственных районах города: Петроградский, Выборгский, Василеостровский, Октябрьский, Смольнинский, Кировский, Московский, Володарский.

Среднее расстояние места жилья от места работы для отдельных районов приложения труда путем выборочного подсчета определено

в следующих пределах:

Московский	4,90 *км*
Выборгский	4,30 »
Володарский	4,10 »
Петроградский	4,00 »
Кировский	3,70 »
Василеостровский	3,50 »
Октябрьский	3,30 »
Смольнинский	3,10 »

Кроме района места работы, ближайшими местами расселения трудящихся служат следующие районы:

Для Смольнинского—Володарский	(17,6%)
и Октябрьский	(14,3%)
» Октябрьского—Смольнинский	(22,3%)
» Володарского—Смольнинский	(18,1%)
» Выборгского—Смольнинский	(16,4%)
и Петроградский	(14,2%)
» Петроградского—Смольнинский	(12,0%)
» Василеостровского—Петроградский	(13,3%)
и Смольнинский	(11,2%)
» Кировского—Октябрьский	(22,1%)
Смольнинский	(14,9%)
и Пригородный	(11,4%)
» Московского—Октябрьский	(24,6%)
и Смольнинский	(20,7%)

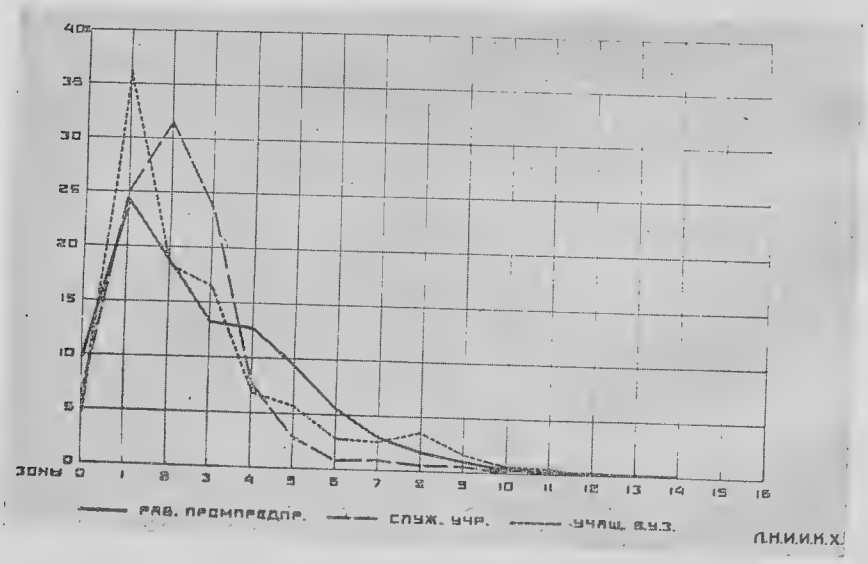


Рис. 9. Расселение населения в квадратных поясах в зависимости от расстояния от места работы.

Квадратные пояса образуются вокруг одного из квадратов, принятого за центр (нулевой пояс), путем постепенного увеличения размеров сторон квадрата на 1 *км* для каждого по порядку пояса.

Смольнинский и Октябрьский районы являются основными местами расселения трудящихся, занятых во всех районах города.

Трудящиеся Московского района проживают в Октябрьском районе даже в большем количестве, чем в районе места работы.

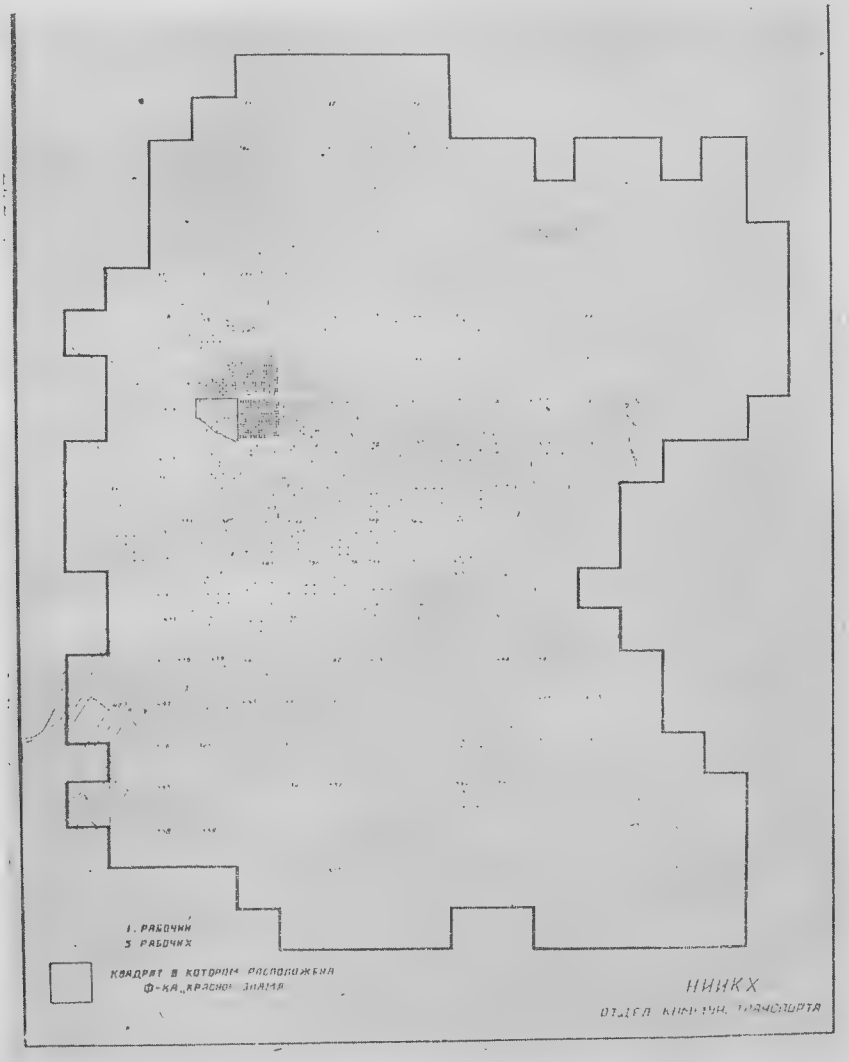


Рис. 10. Пример графического представления расселения рабочих (расселение рабочих фабрики «Красное Знамя»)

Трудящиеся, занятые в Кировском районе, в большем количестве проживают в Смольнинском и Октябрьском районах, вместе взятых, нежели в Кировском районе.

Более подробное изучение расселения трудящихся по отношению к месту работы произведено по квадратным поясам вокруг места работы для предприятий, учреждений и ВУЗов с числом рабочих, служащих и учащихся свыше 1 000 человек.

Результаты обработки материала представлены в трех таблицах: 1) расселение по поясам в абсолютных числах, 2) расселение по поясам в процентах и 3) аккумулятивная таблица.

Рис. 11.

Из всех районов наиболее компактно, наиболее сосредоточенно расселены трудящиеся Смольнинского района. Следующую группу составляют районы: Октябрьский, Петроградский и Василеостровский, мало отличающиеся друг от друга по характеру расселения трудящихся по поясам.

Таблица 15

Расселение трудящихся по квадратным поясам в абсолютных числах

№№ п. п.	Районы	Занято трудящихся в районе	По поясам																
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Предприятия																			
1	Смольнинский	7 714	563	3 388	1 765	920	410	302	166	146	29	13	10	2	—	—	—	—	—	—
2	Октябрьский	15 576	1 775	4 116	3 669	1 967	2 009	1 094	533	196	92	71	21	19	13	1	—	—	—	—
3	Володарский	17 936	3 744	4 148	1 687	1 353	1 785	1 497	1 041	1 110	739	364	183	116	114	37	9	4	3	2
4	Выборгский	40 653	3 685	6 468	8 544	6 050	5 478	4 032	2 492	1 624	1 121	564	315	136	93	28	12	11	—	—
5	Петроградский	30 828	3 034	10 772	6 484	3 483	3 309	2 010	1 032	394	156	82	34	19	17	2	—	—	—	—
6	Василеостровский	41 831	4 873	12 947	9 127	5 414	3 838	2 570	1 491	775	423	223	66	43	20	17	3	1	—	—
7	Кировский	63 674	4 650	14 361	9 438	7 896	9 800	8 089	4 743	2 022	1 177	812	281	144	123	62	47	16	13	—
8	Московский	40 881	3 192	6 714	7 503	6 877	5 972	4 544	2 773	1 501	814	463	239	129	52	36	62	10	—	—
	Всего	259 093	25 516	62 914	48 217	33 960	32 601	24 138	14 271	7 768	4 551	2 592	1 149	608	432	183	133	42	16	2
	Учреждения	6 668	420	1 169	2 098	1 574	512	195	58	66	32	31	10	3	—	—	—	—	—	—
	Вузы	14 364	692	5 184	2 635	2 365	984	820	411	373	498	236	86	52	18	5	3	1	1	—
	Итого	280 125	26 628	69 767	52 950	37 899	34 097	25 153	14 740	8 207	5 081	2 859	1 245	663	450	188	136	43	17	2

Таблица 16

Расселение трудящихся по квадратным поясам в процентах

№№ п. п.	Районы	Занято в районе трудящихся	По поясам																
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Предприятия																			
1	Смольнинский	7 714	7,3	43,9	22,9	11,9	5,3	3,9	2,2	1,9	0,4	0,2	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—
2	Октябрьский	15 576	11,4	26,4	23,6	12,6	12,9	7,0	3,4	1,3	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	—	—	—	—
3	Володарский	17 936	20,9	23,1	9,4	7,5	10,0	8,3	5,8	6,2	4,1	2,0	1,0	0,6	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
4	Выборгский	40 653	9,1	15,9	21,0	14,9	13,5	9,9	6,1	4,0	2,8	1,4	0,8	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	—	—
5	Петроградский	30 828	9,8	34,9	21,0	11,3	10,7	6,5	3.3	1,3	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	—	—	—	—
6	Василеостровский . .	41 831	11,6	31,0	21,8	12,9	9,2	6,1	3,6	1,9	1,0	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—
7	Кировский	63 674	7,3	22,6	14,8	12,4	15,4	12,7	7,4	3,2	1,8	1,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	—
8	Московский	40 881	7,8	16,4	18,4	16,8	14,6	11,1	6,8	3,7	2,0	1,1	0,6	0,3	0,1	0,1	0,2	0,0	—	—
	Всего	259 093	9,8	24,3	18,6	13,1	12,6	9,3	5,5	3,0	1,8	1,0	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	Учреждения	6 668	6,3	25,0	31,5	23,6	7,7	2,9	0,9	1,0	0,5	0,5	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—
	Вузы	14 364	4,8	36,1	18,3	16,5	6,9	5,7	2,9	2,6	3,5	1,6	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Итого	280 125	9,5	24,9	18,9	13,5	12,2	9,0	5,3	2,9	1,8	1,0	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Расселение трудящихся по квадратным поясам (аккумулятивная)

(в процентах)

Таблица 17

№№ п. п.	Районы	Пояса														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15—17
	Предприятия															
1	Смольнинский	51,2	74,1	86	91,3	95,2	97,4	99,3	99,7	99,9	100	—	—	—	—	—
2	Октябрьский	37,8	61,4	74	86,9	93,9	97,3	98,6	99,2	99,7	99,8	99,9	100	—	—	—
3	Володарский	44,0	53,4	60,9	70.9	79,2	85,0	91,2	95,3	97,3	98,3	98,9	99,5	99,7	99,8	100
4	Выборгский	25,0	46,0	60,9	74,4	84,3	90,4	94,4	97,2	98,6	99,4	99,7	99,9	100	—	—
5	Петроградский	44,7	65,7	77,0	87,7	94,2	97,5	98,8	99,4	99,7	99,8	99,9	100	—	—	—
6	Василеостровский	42,6	64,4	77,3	86,5	92,6	96,2	98,1	99,1	99,6	99,8	99,9	—	—	100	—
7	Кировский	29,9	44,7	57,1	72,5	85,2	92,6	95,8	97,6	98,9	99,3	99,5	99,7	99,8	99,9	100
8	Московский	24,2	42,6	59,4	74.0	85,1	91,9	95,6	97,6	98,7	99,9	99,6	99,7	99,8	100	—
	Всего	34,1	52,7	65,8	78,4	87,7	93,2	96,2	98,0	99,0	99,4	99,6	99,8	99,9	100	100
	Учреждения	31,3	62,8	86,4	94,1	97,0	97,9	98,9	99,4	99,9	100	—	—	—	—	—
	Вузы	40,9	59,2	75,7	82,6	88,3	91,2	93,8	97,3	98,9	99,5	99,9	100	—	—	—
	Итого	34,4	53,3	66,8	79,0	88,0	93,3	96,2	98,0	99	99,4	99,6	99,8	99,9	100	—

Районы Выборгский, Кировский и Московский так же сходны между собой по характеру расселения, но значительно отличаются от предыдущих большей растянутостью обслуживающих районы жилмассивов.

Наиболее растянуто расселены трудящиеся Володарского района. При этом необходимо отметить следующую особенность расселения трудящихся Володарского района.

В нулевом поясе, т. е. в квадратах, в которых размещены предприятия, проживает, в сравнении с другими районами, максимальный процент трудящихся (20,9%). Во втором и третьем поясе наблюдается резкое понижение процента трудящихся (ниже 10%), чего нет ни в одном из прочих районов.

Отмеченная закономерность расселения объясняется следующими причинами:

Смольнинский район расположен в геометрическом центре города и удобно связан со всех сторон с окружающими районами, вследствие чего имеет наиболее компактное расселение.

Василеостровский, Петроградский и Октябрьский районы также расположены близко к центру, но смежные жилые районы имеются только в направлении трех стран света, в четвертом направлении — на западе — районы граничат с взморьем, которое не может быть использовано для расселения.

Московский, Кировский и Выборгский районы ограничены с двух сторон водными протоками и железнодорожными путями и обслуживаются жильем, преимущественно в полосах территорий, вытянутых между естественными и исскуственными преградами.

Попадающие в ближайшие к предприятиям пояса квадраты, расположенные с другой стороны от водных протоков и железнодорожных путей, не притягивают к себе населения, занятого на работе в указанных районах, вследствие трудности сообщения.

Володарский район, зажатый наиболее узкой полосой между Невой и путями Октябрьской жел. дороги, в пределах этой полосы имеет кроме того большие разрывы жилых массивов промышленными территориями, благодаря чему 2-й и 3-й пояса дают резкое понижение плотности расселения.

Расселение населения в пригородах

Крупные города с миллионным населением всегда окружены кольцом пригородов, тяготеющих теми или иными своими интересами к городу-центру.

Ленинград не представляет в этом отношении исключения. Вокруг него, по направлению железнодорожных линий, выходящих с 5-ти вокзалов города и разветвляющихся далее на 10 радиальных направлений, расположены цепочки населенных пунктов, тяготеющих к городу. Все эти населенные пункты тяготели и ранее к Ленинграду, однако после Октябрьской революции назначение и характер функциональной связи их с городом в значительной мере изменились. Раньше это были по преимуществу летние резиденции двора и чиновничества или дачные местности. В настоящее время частью они приобрели свое самостоятельное производственное значение, частью превратились в районы постоянного расселения трудящихся Ленинграда.

Не входя в подробное рассмотрение вопроса о расселении населения в пригородах, в настоящей работе остановимся только на связи населения района с городом.

По данным нашего обследования расселения трудящихся, из всего числа обследованных 586 тыс. трудящихся, зарегистрировано в пригородах 42,4 тыс. или 7,2%. Процент этот повышается до 7,8%, если исключить из общего числа обследованных тех трудящихся, карточки на которых при разработке попали в брак.

Из этого числа при станциях железных дорог живет 5,6%. Для этой последней категории трудящихся была произведена подробная разработка материалов обследования.

Больше всего живет в пригородах трудящихся Кировского и Смольнинского районов (свыше 10%). Второе место занимают Выборгский и Московский районы (свыше 6%), в третью группу попадают районы Октябрьский, Петроградский, Володарский (2—3%). Последнее место занимает Василеостровский район, в котором живущие в пригородах составляют 1,6% от всего количества занятых в районе трудящихся.

На отдельных предприятиях процент живущих в пригородах возрастает с приближением предприятий к вокзалам или остановкам железных дорог, особенно при отсутствии вблизи предприятий достаточных жилищных массивов. Так например на Кировском заводе (быв. «Красный Путиловец») и Сев. Судостроительная верфь им. т. Жданова число живущих в пригородах достигает 15%, на заводе «Красный Треугольник» 9,1%, на ф-ке Мюнценберга 11,8%.

Таблица 18

Процент рабочих, живущих в пригородах для 16 крупнейших предприятий г. Ленинграда

№№ по порядку	Наименование предприятия	Удельный вес в процентах
1	фабр. Володарского	4,7
2	„ „Большевичка“	7,9
3	завод Марти	5,7
4	„ Ленина	4,4
5	„ „Рабочий“	4,5
6	„ Карла Маркса	7,2
7	„ „Красная Заря“	8,6
8	„ Сталина	7,3
9	„ „Красное Знамя“	4,1
10	„ „Электроаппарат“	5,7
11	„ „Кр. Треугольник“	9,1
12	фабр. Мюнценберга	11,6
13	Кировский завод	14,7
14	Северная Судостроительная верфь им. т. Жданова	14,9
15	фабр. „Скороход“	7,9
16	завод „Электросила“	10,3

Всего по 17 приведенным предприятиям обследовано 176 399 человек, в том числе живущих в пригороде 15 294, т. е. 8,7%.

Если из общего числа обследованных исключить тех, карточки на которых по разным причинам при разработке попали в брак, то процент этот увеличится для этих предприятий до 9,2%.

Если принять, что все прибывающие в Ленинград на работу доезжают до конечных пунктов, и что все, живущие в пригородах, вдоль Стрельнинской трамвайной линии пользуются для проезда в город железной дорогой, то получается следующее распределение пассажиров по вокзалам прибытия:

Таблица 19

Группы предпр.	Вокзалы					Всего
	Финляндский	Московский	Витебский	Варшавский	Балтийский	
Фабрики и заводы . . .	6 978	998	4 921	1 022	12 467	26 386
Учреждения	630	317	797	52	803	2 599
Учебные заведения . . .	283	103	263	16	307	972
Всего	7 891	1 418	5 981	1 090	13 577	29 957

Если из общего числа трудящихся, прибывающих в город по вышеуказанным направлениям, исключить тех, которые могут выйти на промежуточных остановках в городе, то общая картина изменится следующим образом:

Таблица 20

Вокзалы	Общее число	Выходят ранее	Доезжают до конца
Финляндский	7 891	1 523	6 368
Московский	1 418	279	1 139
Витебский	5 981	287	5 694
Варшавский	1 090	—	1 090
Балтийский	13 577	5 900	7 677
	29 957	7 989	21 968

Для определения всего числа трудящихся, прибывающих из пригородов по различным направлениям, условно предположим, что трудящиеся предприятий, которые обследованы не были, имеют тот же процент живущих в пригородах и то же распределение по отдельным линиям, как и обследованные предприятия.

Исходя из общего числа трудящихся Ленинграда на первую половину 1932 г. в 1 325 000 чел., будем иметь всего расселенных в пригородах 100 000, в том числе живущих при железнодорожных станциях 75 000.

По данным обследования 1932 г., произведенного Октябрьской жел. дор., ежедневно пользуется пригородными железными дорогами около 70 000 зимогоров. Если из числа расселенных в пригородах рабочих и служащих вычесть выходных, а также тех, кто пользуется для поездок на работу из пригородов трамваем, то мы подойдем, примерно, к тому же числу в 70 000 пассажиров.

Как правило, большинство трудящихся, прибывающих из пригородов, работает в районах, в которых расположены соответственные пригородные вокзалы. Так, например, огромное большинство прибывающих на Финляндский вокзал работает в Выборгском районе. Рабочие Кировского района расселены, преимущественно, вдоль Балтийской линии.

Трудящиеся предприятий, особенно расположенных на окраинах города, значительно больше тяготеют к соответственному району пригородов, нежели к отдаленным районам города. Так, например, из общего числа трудящихся, занятых на предприятиях Выборгского района, живет в пригородах 8%, в то время как в отдаленных, от Выборгского, городских районах живет:

в Московском районе	1,2%
» Кировском »	1,1%
» Василеостровском »	3,8%

Среди пригородных железнодорожных линий наибольшее значение, как районы расселения трудящихся, имеют: Балтийская, Павловская, Белоостровская, Приморская.

На станциях же Ириновской, Мурманской и Россульской линий живет незначительное число трудящихся Ленинграда.

Наибольшее число трудящихся зарегистрировано обследованием в:

1. Урицке	4 185
2. Детском селе	3 027
3. Стрельне	2 985
4. Петергофе	2 385
5. Володарском	1 323
6. Парголове	1 219
7. Удельной	1 051
Всего	18 475

Таким образом, в 7 главнейших пригородах расселено около 40% всех живущих в пригородах рабочих и служащих Ленинграда.

Размещение вокзалов

В виду того, что вокзалы пригородных железных дорог являются промежуточными звеньями при организации транспортной связи живущих в пригородах с местами работы в городе, рассмотрим размещение вокзалов по территории города.

В Ленинграде имеется всего пять вокзалов, обслуживающих следующие направления пригородных линий:

Вокзалы	Линии
Московский	Малая Вишера
Витебский	Детское село, Слуцк
	Детское село, Вырица, Поселок

Вокзалы	Линии
Варшавский	Гатчина—Луга
Балтийский	Урицк, Ораниенбаум—Краснофлотск
	Урицк—Гатчино—Волосово
Финляндский	Сестрорецк—Белоостров
	Белоостров
	Кушелевка—Токсово—Васкелово
	Кушелевка — Мельничный ручей — Ладожское озеро, с ветвью Мельничный ручей—Невская Дубровка

Из 5 вокзалов два, Балтийский и Финляндский, служат исключительно для пригородного движения. Три остальных обслуживают смешанное движение — пригородное и дальнее.

Произведенные сравнения размещения вокзалов в крупнейших городах Европы дают следующую картину[1]:

Если принять за центр:

в Ленинграде . . . . . Гостиный двор
» Москве . . . . . Красную площадь
» Париже . . . . . Лувр
» Берлине . . . . . Потсдамскую площадь
» Лондоне . . . . . Британский музей

и построить ряд концентрических окружностей через 1 *км*, то расположение вокзалов по отношению к центру города определится следующим образом:

Таблица 21

Города	Всего вокзалов	Число вокзалов, удаленных далее 3 *км* от центра	Среднее расстояние от центра
Лондон	15	5	2,4
Берлин	6	1	1,8
Париж	10	1	2,3
Москва	9	4	3,4
Ленинград	5	2	2,5

Если провести два диаметра соответственно странам света, то среднее расстояние до этих диаметров составит:

Таблица 22

Города	Диаметр запад—восток	Диаметр север—юг
Берлин	0,97	2,0
Лондон	0,99	1,8
Париж	1,42	1,4
Москва	2,50	2,1
Ленинград	1,58	1,71

[1] Данные о размещении вокзалов в заграничных городах заимствованы из работ Г. С. Котлярова и С. Г. Писарева.

Среднее взаимное расстояние (в километрах) между вокзалами Ленинграда определяется следующей таблицей:

Таблица 23

Вокзалы	Московский	Витебский	Балтийский	Варшавский	Финляндский
Московский	0	3,035	5,475	4,540	4,710
Витебский	3,035	0	2,725	1,780	5,600
Балтийский	5,475	2,725	0	1,075	7,935
Варшавский	4,540	1,780	1,075	0	7,205
Финляндский	4,710	5,600	7,935	7,205	0

В этой таблице приведены расстояния по улицам между центрами километровых квадратов, в которых расположены вокзалы.

По сравнению с другими крупными европейскими городами, взаимное расстояние между вокзалами Ленинграда оказывается несколько выше:

Париж . . . 3,36
Лондон . . . 3,44
Берлин . . . 4,38
Москва . . . 4,10
Ленинград . . 4,40

Средне-взвешенное расстояние от места жилья до вокзалов Ленинграда определено нами по таблицам расстояний между квадратами (в километрах).

Таблица 24

Районы	Варшавский вокзал	Балтийский вокзал	Витебский вокзал	Финляндск. вокзал	Московский вокзал
Смольнинский	4,1	5,0	2,7	3,9	2,2
Октябрьский	1,6	1,9	1,9	6,4	4,3
Володарский	6,7	7,7	5,5	7,4	3,9
Выборгский	9,6	10,2	8,6	4,5	7,3
Петроградский	6,8	7,2	6,1	4,9	6,3
Василеостровский	5,8	5,8	5,7	7,0	6,5
Кировский	3,0	2,1	4,6	9,7	7,2
Московский	3,0	3,6	2,9	7,7	4,7
В среднем по всему городу	5,1	5,5	4,5	5,9	4,7

Размещение важнейших пассажирообразующих пунктов культурно-бытового обслуживания

Для правильной организации работы транспорта важнейшее значение имеют: размещение культурно-бытовых учреждений общегородского значения и условия их эксплоатации.

Учреждения отдыха и физкультуры. Центральный парк Культуры и Отдыха, в котором сосредоточивается основная база активного и пассивного отдыха трудящихся Ленинграда в транспортном отношении расположен неудачно.

При средне-взвешенном расстоянии от места жилья до центра города в 4,15 *км* средне-взвешенное расстояние от места жилья до парка Культуры и Отдыха равняется 8,6 *км*, т. е. в два раза больше.

Средне-взвешенное расстояние от места жилья населения отдельных районов Ленинграда до Парка равняется:

Василеостровский	6,68
Володарский	12,13
Выборгский	9,10
Московский	12,54
Кировский	11,45
Октябрский	8,33
Петроградский	3,95
Смольнинский	8,57

Явно неблагополучны в отношении связи с ЦПКО районы Володарский, Московский и Кировский. При существующих скоростях городского транспорта на проезд в ЦПКО и обратно надо потратить более двух часов, с учетом времени подхода к остановке и ожидания на остановке.

Понятно, что такая большая потеря времени на поездку будет иметь следствием пониженный процент пользования парком для жителей указанных районов.

Большое затруднение при разрешении проблемы обслуживания транспортом Парка Культуры и Отдыха оказывает расположение его на островах, вследствие чего число подъездов к парку лимитируется числом мостов.

Кроме того, центр города и важнейшие городские мосты, загруженные нормальным движением, должны еще пропускать потоки пассажиров, направляющихся в Парк Культуры и Отдыха.

Несколько лучше расположены важнейшие стадионы города: КИМ и Ленина.

Средне-взвешенное расстояние от места жилья в отдельных районах до указанных стадионов следующее:

Таблица 25

Районы	Стадион Ленина	Стадион КИМ
Василеостровский	2,84	3,11
Володарский	9,37	11,96
Выборгский	7,30	10,85
Московский	9,09	11,35
Кировский	7,56	8,87
Октябрьский	4,75	6,62
Петроградский	1,68	5,71
Смольнинский	4,97	7,72
	5,45	7,91

Стадион Ленина как в отношении среднего расстояния до него жителей города, так и в отношении расположения по отношению транспортной сети, занимает более выгодное положение, нежели стадион КИМа.

Стадионы, расположенные изолированно от других мест развлечения и отдыха, невыгодно отличаются чрезвычайной ограниченностью интервала времени, в который пассажиры приезжают на стадион и уезжают из него. Вся основная масса пассажиров сосредоточивается на промежуток времени не свыше получаса, причем около 50% всех пассажиров стремится подъехать за 10—12 минут до начала объявленного на стадионе зрелища. Это последнее обстоятельство, наряду с необходимостью обеспечения достаточной провозоспособности линий транспорта обслуживающих стадионы, требует также отведения специальных территорий для высадки и посадки в короткие промежутки времени большого количества пассажиров.

Сеть здравоохранения. Несмотря на значительные успехи в деле приближения учреждений здравоохранения к населению, все же остаются отдельные учреждения здравоохранения, имеющие общегородское значение и привлекающие большое количество пассажиров из разных концов города.

Из таких учреждений в Ленинграде можно отметить больницы имени Мечникова и Боткина, Институт Охматмлада, Глазную лечебницу имени проф. Гиршмана и др.

Если сравнить среднее расстояние от места жилья до больницы имени Боткина и Мечникова, то в первом случае мы получим среднее расстояние 4,7 *км*, а во втором — около 10 *км*. Таким образом, при одном и том же количестве посещений обоих больниц, во втором случае мы получим транспортную работу в два раза выше. Приблизительно в таком же соотношении находятся Институт Охматмлада и Больница им. проф. Гиршмана.

В общей сложности, несмотря на большое количество посетителей больниц, их пассажиро-оборот не очень высок, тем не менее некоторые специальные лечебницы, родильные дома и т. п. медицинские учреждения требуют устройства поблизости остановок городского транспорта для того, чтобы сократить для больных расстояние ходьбы пешком.

Музеи. Важнейшие музеи Ленинграда расположены вблизи главной транспортной артерии Ленинграда — Пр. 25-го Октября, и вследствие сравнительно небольшой своей пропускной способности и равномерного распределения посетителей по часам дня, не вызывают сколько-нибудь заметных затруднений в обслуживании их средствами транспорта.

Сеть питания и снабжения. Сеть питания наиболее близко к населению располагает свои точки и не создает транспортных потоков. Рестораны, столовые и кафе общегородского значения также не создают значительных потоков движения, вследствие сравнительно небольшого пассажиро-оборота.

В другом положении находится сеть снабжения.

Несмотря на большое количество промтоварных и продовольственных магазинов во всех районах города, все же центральные универмаги и некоторые другие магазины служат местом паломничества большого количества населения всего города.

В настоящее время такие торговые точки, как Дом Ленинградской Торговли, Пассаж, Гостинный Двор, Дом Книги и др., являются местами, притягивающими не только большую часть населения города, но и значительную часть населения пригородов.

Глава II

ПЛАНИРОВКА УЛИЧНОЙ СЕТИ

СХЕМА МАГИСТРАЛЕЙ

Уличная сеть. Сеть ленинградских улиц не имеет единой геометрической системы, вследствие стихийного роста города в прошлом и расположения отдельных частей города на островах, связь между которыми при помощи мостов осуществлялась постепенно. Тем не менее сравнительно позднее основание Петербурга и составление для него архитектором Леблоном проекта планировки организовало застройку города, особенно в первые годы его существования, благодаря чему современный Ленинград выгодно отличается от крупных европейских городов, имеющих более длинную историю, лучшей конфигурацией уличной сети.

Преимуществами ленинградской уличной сети в сравнении с другими городами являются:

1) прямолинейность отдельных магистралей,
2) достаточная ширина между линиями застройки,
3) отсутствие значительных уклонов.

Недостатками ленинградской уличной сети являются:

1) отсутствие связи между южными районами города в экваториальном направлении, из-за размещения между районами развитых железнодорожных устройств;
2) малое количество мостов через р. Неву, ее рукава и каналы;
3) отсутствие сквозных магистралей параллельных главной артерии города, пр. 25 Октября;
4) частое пересечение отдельных магистралей поперечными улицами;
5) наличие отдельных трудных для движения мест,
6) большое протяжение улиц с неусовершенствованными булыжными мостовыми.

Частые пересечения магистралей поперечными улицами, с развитием автомобильного движения, вызовут понижение скорости движения транспорта по магистралям.

Приводим подсчитанную Трауером [1] пропускную способность одной полосы улицы (количество транспортных единиц в час) при разных расстояниях между перекрестками и разных скоростях движения.

Таблица 26

Скорость	Без поперечного движения	При перекрестках через		
		500 *м*	200 *м*	100 *м*
5 *км* в час	755	694	533	411
10 » » »	1 050	862	626	431
15 » » »	1 338	892	595	382
20 » » »	1 409	847	527	324
» » »	1 418	769	459	273
» » »	1 394	694	400	232
40 » » »	1 305	567	300	170
50 » » »	1 201	450	232	128

[1] D-r Jng. Trauer «Platzgestaltung u verkehrsregelung» Verkehrstechnik, № 5, 6, 1932 г.

Многие заграничные города, особенно американские, в связи с быстрым развитием автотранспорта испытали и продолжают испытывать чрезвычайные затруднения из-за частых пересечений и выездов транспорта с поперечных улиц на загруженные движением магистральные улицы. Вследствие этих затруднений в новых проектах планировки улиц в заграничных городах минимальное расстояние между поперечными улицами устанавливается на магистралях в 400—500 *м*.

Важнейшие ленинградские магистрали имеют значительно меньшие расстояния между перекрестками:

Пр. 25 Октября
от Пл. Урицкого до Ул. Марата . . . . . 100—110 *м*.
от Ул. Марата до Пл. Восстания . . . . . 220 *м*.
Пр. Пролетарской Победы . . . . . 125—150 *м*.
Пр. Красных Командиров и Международный в районе Красноармейских. . . . . 75—100 *м*.
Пр. К. Либкнехта . . . . . 50— 70 *м*.

Приведенные данные характеризуют важнейшие пассажирские магистрали Ленинграда, как явно неблагополучные в отношении количества пересекающих их поперечных улиц. С развитием автомобильного движения должны быть приняты решительные меры к сокращению числа перекрестков на магистралях.

Ширина проезжей части. При плохом еще состоянии мостовых, хотя и улучшенных значительно в последние годы, Ленинград вряд ли уступит какому-либо из заграничных городов по ширине проезжей части.

Средняя ширина проезжей части улиц в среднем по Ленинграду равна 10,1 *м*.

1) Смольнинский . . . . . 14,2 *м*
2) Василеостровский . . . 13,6 »
3) Октябрьский . . . . . 13,3 »
4) Володарский . . . . . 9,8 »
5) Кировский . . . . . 9,4 »
6) Московский . . . . . 9,0 »
7) Петроградский . . . . 8,5 »
8) Выборгский . . . . . 7,3 »

Средняя ширина проезжей части в некоторых американских городах следующая:

Бостон—9,6 *м*
Денвер—9,0 »
Бриндженспорт —9,6 »

Между тем количество автомобилей в американских городах неизмеримо выше нежели у нас.

В Чикаго при наличии (1931 г.) пассажирских автомобилей — 418 000, грузовых автомобилей — 56 000 считается, что улица требует реконструкции, если на фут ширины проезжей части приходится 600 автомобилей в сутки, или на метр около 2 000 автомобилей.

Обследованием движения на улицах Ленинграда [1], произведенным Отделом регулирования уличного движения по заданию Треста Лендорхоз, зарегистрировано на главнейших улицах следующее количество транспортных единиц в сутки:

Таблица 27

Районы	Число транспортных единиц				
	Автобусы	Пассаж. авто	Грузов. авто	Конные экип.	Всего
Пр. 25-го Октября от Лиговской ул. до Ул. Марата	472	1 821	920	310	3 523
От Пр. Володарского до Ул. 3-го Июля	532	2 030	783	282	3 627
Пр. Нахимсона	486	891	733	226	2 336
Загородный от 5 углов до Просп. 25-го Октября	484	738	521	588	2 331
От 5 углов до Детскос. вокзала .	453	880	860	698	2 891
Пр. Володарского	266	1 166	574	264	2 270
Ул. 3-го Июля — Сенная — Ул. Дзержинского	418	532	1 142	1 492	3 584
Лиговская ул. — Московск. вокзал — Кузнечный пер.	108	294	1 158	2 207	3 767
Литейный мост	473	957	1 940	1 328	4 698

Для сравнения приведем данные городского движения на некоторых улицах Лондона [2].

Таблица 28

	Автобусы	Пассаж. авто	Грузов. авто	Конные экип.	Всего
Гайд-Парк	8 901	38 818	3 809	3 360	54 888
Elephants Castle	5 735	7 541	2 629	2 807	18 712
King's Cross	3 956	10 632	2 794	2 999	20 381
Swiss-Cottage	1 814	11 607	1 311	851	15 583

Сравнение двух вышеприведенных таблиц показывает, что интенсивность уличного движения крупного заграничного города в десять раз и более выше нежели у нас.

Если согласиться с передельной нормой загрузки улиц, принятой в Чикаго в 2 000 экипажей на 1 *м* ширины улицы, то по наличному количеству движения в Ленинграде можно было бы обойтись одной полосой для движения на улицах самого интенсивного движения.

Ширина одной полосы движения определяется из условий габаритов движущихся транспортных единиц и необходимых зазоров между парал-

[1] Обследование производилось в декабре 1933 г. — январе 1934 г.
[2] Обследование 14 июля 1925 г. London Statistics 1924—25 г.

лельными рядами экипажей, движущимися в одном или во встречных направлениях.

Инженер Швантер [1] предлагает следующую стандартную ширину для одной полосы движения при разной скорости движения.

Таблица 29

В одном направлении	Скорость		
	25 км/час	25—60 км/час	60 км/час
1 колея	2,80	3,00	3,00
2 колея	2,60	2,75	3,00
3 колея	2,60	2,75	3,00
Три колеи	8,00	8,50	9,00

Наблюдения Швантера показали, что по проезжей части в 9 м пассажирские автомобили могут проезжать не только в три, но и в четыре ряда.

Несмотря на это, ленинградские проектирующие организации при расчете ширины проезжей части принимают ширину полосы движения более чем 3 м, чаще всего 3,5 м при любом количестве полос движения.

Тенденция уширения проезжей части при перемощении усовершенствованными мостовыми ведет к снижению общего протяжения улиц, замощенных усовершенствованными мостовыми.

Между тем плохое состояние замощения являтся уже сегодня препятствием к нормальной эксплоатации автотранспорта—сроки амортизации автомобилей сокращаются, горючего расходуется больше, машины чаще стоят в ремонте, и как следствие всего этого — тариф автотранспорта высок.

Необходимо сосредоточить внимание на постепенной реконструкции проезжей части улиц с устройством временных профилей, обеспечивающих уширение проезжей части в будущем в соответствии с ростом автотранспорта.

Такой порядок позволит скорее увеличить протяженность проездов, замощенных усовершенствованными мостовыми и тем самым улучшит работу автотранспорта.

Насколько большое значение имеет для Ленинграда увеличение протяженности улиц, покрытых усовершенствованными мостовыми, видно из следующей таблицы сравнительного распределения дорожных покрытий по типам в различных городах мира [2]. (См. табл. 30, стр. 160.)

Мосты. Через важнейшую водную артерию Ленинграда — реку Б. Неву — перекинуты следующие 5 мостов.

1. Мост лейт. Шмидта
2. Республиканский мост
3. Кировский мост
4. Литейный мост
5. Б. Охтенский мост.

В настоящее время строится шестой мост Володарский.

Расстояние между этими мостами не одинаковое; в то время как в центре между мостами 1, 2, 3 и 4 среднее расстояние равняется

[1] См. Verkehrstechnik от 5 мая 1933 г.

[2] Таблица составлена в Упр. Дорводмост Б. И. Кауфманом.

Таблица 30

Типы дорожных покрытий в различных городах в процентном отношении

	Берлин	Париж	Вашингтон	Чикаго	Нью-Йорк	Москва	Ленинград
Общая площадь одежд проезж. части в тыс. *кв. м*	27 000	10 000	—	—	30 000	12 300	8 113
1. Каменные мостовые (брусчатые, мозаичные, осколочные	59	54	9	6	29	5	8,7
2. Клинкерные	2	—	—	18	1	0,1	—
3. Цементо-бетонные	0,5	—	—	—	—	—	—
4. Торцовые	1	22	—	11	3	0,1	4.1
5. Асфальт трамб.	25	7	—	—	—	—	—
6. „ литой	6	—	—	—	—	1,3	—
7. „ плитки	—	—	13	—	9	—	—
8. „ бетон	1	9	73	52	58	10	9,7
9. Гудронированные	5,5	8	5	13	—	2,5	0,3
10. Булыжные и щебеночные	—	—	—	—	—	81	77,2
	100	100	100	100	100	100	100

Примечание. Данные по европейским и американским городам даны на 1931 г., по Москве на 1/I 1933 г. и по Ленинграду на 1/I 1936 г.

1, 3 *км*, расстояние от Литейного моста до Б. Охтенского составляет 4, 5 *км*, а от Б. Охтенского до Володарского около 6 *км*; расстояние от взморья до моста лейтенанта Шмидта 2,6 *км*.

В Париже расстояние между мостами в среднем 350 *м*, а в центре города понижается до 150 *м*, в Лондоне среднее расстояние между мостами 570 *м*.

Такое сравнительное редкое расположение мостов в Ленинграде имеет следствием увеличение расстояния и времени поездки и сосредоточение у мостов значительного количества транспортных единиц.

Для того, чтобы оценить непрямолинейность важнейших направлений, нами были определены средне-взвешенные расстояния от места жилья населения отдельных районов Ленинграда до всех вокзалов города. Эти расстояния были измерены как по улицам, так и по воздушным линиям. В следующей таблице приводятся коэфициенты непрямолинейности этих направлений, т. е. отношения расстояния по улицам к расстояниям по воздушным линиям (см. табл. 31, стр. 161).

Конечно, отнести всю эту непрямолинейность за счет мостов нельзя, так как в известной мере она зависит и от конфигурации улиц вообще, но тем не менее мосты играют в отношении удлинения расстояний в Ленинграде немаловажную роль. Специально произведенное измерение расстояний от места жилья рабочих зав. «Русский Дизель» до места работы показало следующую разницу в расстояниях по воздушной линии:

Среднее расстояние без учета мостов	2,97 *км*
Среднее расстояние с учетом мостов	3,30 »
Коэфициент непрямолинейности	1,11 »

Таблица 31

Районы	Варшав. вокзал	Балтийск. вокзал	Витебск. вокзал	Финлянд. вокзал	Московск. вокзал
Василеостровский	1,40	1,58	1,35	1,25	1,16
Володарский	1,35	1,28	1,34	1,45	1,35
Выборгский	1,14	1,16	1,21	1,32	1,24
Московский	1,25	1,28	1,20	1,15	1,23
Кировский	1,20	1,17	1,20	1,21	1,20
Октябрьский	1,07	1,27	1,35	1,45	1,47
Петроградский	1,15	1,22	1,20	1,27	1,21
Смольнинский	1,32	1,39	1,35	1,45	1,30
В среднем по городу	1,24	1,28	1,28	1,34	1,24

Ограниченное число мостов не только увеличивает расстояние перевозок, но и лимитирует провозную способность транспорта, в первую очередь трамвая, вследствие исчерпания пропускной способности трамвайных линий на некоторых мостах.

Глава III

ОБЪЕМ И ХАРАКТЕР ПЕРЕВОЗОК

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Общее количество перевезенных в 1934 г. всеми видами городского транспорта пассажиров определяется в 1 233 982 тыс., из которых на долю массовых средств сообщения приходится 1 227 332 тыс.

Подвижность населения Ленинграда или число поездок на 1 жителя в год определяется при средне-годовом количестве населения в 1934 г. 2716 тыс.:

для всех поездок	455
для поездок на массовых средствах передвижения	453

В том числе:

на трамвае	438
» автобусе	14,5
» водном транспорте	0,5

Динамика числа пассажиров ленинградского трамвая характеризуется за последние годы следующими показателями:

Таблица 32

Годы	Число пассажиров в тысячах	
	Общее	На 1 *км* сети
1928	505 699	3 720
1929	597 267	4 020
1930	790 893	4 690
1931	1 071 850	6 170
1932	1 335 219	7 370
1933	1 250 203	6 470
1934	1 186 000	5 940
1935	1 198 000	5 980

Годовой прирост количества пассажиров, населения и его подвижности за те же годы равняется:

Таблица 33

Годы	Годовой прирост в % к предшествующему году		
	Пассажиров	Населения	Подвижности
1929	18.1	7.5	9.7
1930	32.4	9.9	20.5
1931	35,6	18.1	14.7
1932	24.5	13,1	10,2
1933	— 6.4	— 0.7	— 5.6
1934	— 3,8	1.3	— 5.2
1935	1.1	0,2	0,5

Период бурного роста населения и числа пассажиров, наблюдавшийся за весь период времени до 1932 г. вкл., сменился в 1933 г. уменьшением обоих показателей. 1932 г. был годом максимального количества числа пассажиров трамвая, абсолютное число жителей возросло в этом году по сравнению с 1928 г. на 58%, а подвижность населения — на 67%.

Такой быстрый рост подвижности населения обусловливался, наряду с положительными факторами (рост самодеятельности населения, улучшение материального состояния и повышение культурного уровня трудящихся и. т. п), также и целым рядом отрицательных факторов (затруднения в снабжении населения, расселение трудящихся вдали от места работы из-за общего недостатка жилплощади, проезд пассажиров на очень короткие расстояния по причине низкого тарифа и т. д).

Стабилизация числа жителей, широкое жилищное строительство вблизи предприятий, развитие советской торговли и улучшившиеся в связи с этим условия снабжения населения, повышение трамвайного тарифа, а также целый ряд других подобного рода причин имели следствием сокращение излишних поездок населения, а вместе с тем и уменьшение общего объема перевозок.

Поэтому наблюдающееся уменьшение количества пассажиров трамвая в Ленинграде необходимо считать положительным явлением с точки зрения интересов населения, у которого вследствие улучшения обслуживания отпала потребность в целом ряде нежелательных для него, но неизбежных перемещений по городу.

Иное наблюдается сейчас в целом ряде заграничных городов, в частности в городах Германии, где городское движение резко сократилось вследствие общего упадка промышленности и роста безработицы. Никакого улучшения обслуживания населения, перераспределения его места жилья по территории города произведено не было, и сокращение пассажирских перевозок на средствах передвижения общественного пользования произошло главным образом вследствие развития экономического кризиса. Сокращение пассажирских перевозок в Ленинграде происходит вследствие социалистической реконструкции города наряду с непрекращающимся ростом производства.

Чтобы опровергнуть высказываемое иногда мнение, что падение числа пассажиров вызвано недостаточной провозоспособностью трамвая и ухудшением качества его работы, достаточно привести следующие показатели за 1933 г. по сравнению с 1932 г. Число вагонов трамвая возросло на 10,0%, длина сети увеличилась на 6,7%, число вагоно-километров увеличилось на 6,4%, наполнение снизилось на 11% [1].

Ряд других показателей, как повышение скорости, улучшение регулярности движения, развитие маршрутной системы также указывает на повышение качества работы трамвая в 1933 г. по сравнению с 1932 г.

Приведенная выше подвижность населения не охватывает всех передвижений населения, так как некоторая часть из них осуществляется пешком.

В виду того, что соотношение между передвижениями пешком и на средствах транспорта во многом зависит от состояния транспорта, в 1932 г. было произведено специальное, путем опроса, обследование передвижения населения, охватившее сто тысяч жителей Ленинграда [2].

При обследовании регистрировались все передвижения населения на расстоянии свыше 0,5 *км*. В результате обследования было установлено среднее число передвижений на каждого опрошенного 2,64 в день. Передвижения отдельных возрастных групп населения характеризуются следующими показателями:

в возрасте	8—14 лет.	2,29	передв.
» »	15—16 »	2,67	»
» »	17—25 »	2,81	»
» »	26—35 »	2,69	»
» »	36—45 »	2,59	»
» »	46—55 »	2,52	»
» »	56—60 »	2,40	»

[1] По данным сектора статистики треста Лентрамвая.

[2] См. подробные результаты обследования в сборнике ЛНИИКХ, Коммунальная экономика, изд. 1935 г., стр. 80—153.

Подвижность отдельных социальных групп населения была установлена следующая:

рабочие	2,58	передв.
служащие	2,74	»
учащиеся	2,58	»
домохозяйки	2,70	»
прочие	2,48	»
Для всех категорий	2,64	передв.

Для более глубокого анализа подвижность была изучена по целям передвижения.

Таблица 34

Распределение передвижений по целям [1]

Категории опрошенных	Всего	Цели передвижения									
		На работу и домой	На учебу и домой	Питаться и домой	За покупками и домой	Гулять и домой	Культнадобность и домой	В гости и домой	Служебные, обществен. поручения и домой	Лечебн. цели и домой	Прочие цели и домой
Рабочие	258	186,58	6,10	1,29	10,84	7,42	13,67	11,87	3,36	3,10	13.67
Служащие	274	184,68	7,67	1,92	9,59	7,40	15,07	12,05	13,15	2,74	19.73
Учащиеся	258	17,03	162,80	4,39	11,87	11,87	16,77	12,38	0,77	3,09	17.03
Домохозяйки	270	2,16	1,08	1,08	175,23	9,45	8,64	21,33	0,54	10,80	39.69
Прочие	248	25,55	2,98	2,23	82,83	22,82	10,91	26,78	2,48	12,15	59.27
Все категории	264	119,33	31,24	1.85	43,03	9,24	13,46	14,26	4.75	4.49	21.65

Основной категорией перемещений важнейших групп населения рабочих и служащих являются перемещения на работу и с работы, составляющие у рабочих 72,3% и у служащих 67,4% всех перемещений.

Чем старше возраст (с 25 лет), тем меньшая подвижность и тем больше удельный вес передвижений составляют передвижения на работу и с работы домой (см. табл. 35)

Таблица 35

Возраст	Рабочие в %	Служащие в %
17—25 лет	67.8	63.0
26—35 „	72.0	66,0
36—45 „	76,4	70.0
46—55 „	80,0	72,6
56—60 „	81,6	74,4
	72.3	67.4

[1] Для удобства пользования все показатели увеличены в 100 раз.

Коэфициент возвратности (отношение числа передвижений «с работы домой» к числу передвижений «на работу») составляет у рабочих 0,95 и у служащих 0,91.

Средняя длина передвижений определилась обследованием в 3,80 *км*.

По отдельным возрастам средняя длина передвижений оказалась следующая:

Таблица 36

Возрастная группа	Средняя длина передвижений в *км*
8—14 лет	1,82
15—16 „	3,72
17—25 „	4,24
26—35 „	4,20
36—46 „	3,86
46—55 „	3,74
56 и старше	3,31

Средняя длина передвижений при пользовании различными средствами транспорта определилась:

при пользовании трамваем	5,1
» » автобусом	4,6
при следовании пешком	1,8
В среднем	3,8

По отдельным целям при пользовании разными средствами сообщения средняя длина передвижений составляет:

Таблица 37

	При пользовании всеми способами передвижения	Трамваем	Автобусом	Пешком
На работу	4,7	5,5	4,7	2,0
„ учебу	3,0	5.0	5,4	1,7
Питаться	2,8	3,7	4,2	2,0
Гулять	3,4	4,9	4,4	4,8
За покупками	2,5	4,1	3,0	1,6
Культнадобности	3,4	4,3	5,0	1,2
В гости	4,3	5.0	3,7	1,5
Служебн. и общ. поручения	4,5	6,9	5,1	2,0
Лечение и гигиена	2,8	4,2	4,7	1,0
Прочие	3,9	4,5	4,0	1,9
	3,8	5,1	4.6	1,8

Это расстояние учитывает не только длину поездки, но также и расстояние от места отправления до начальной остановки и от конечной остановки до места назначения.

Обследования фактического движения, произведенные трестом Лентрамвай показали следующее распределение поездок по длине:

Таблица 38

Длина	Дата обследования					
	Май 1929 г.		Ноябрь 1929 г.		Февраль 1932 г.	
	Число пассажиров за день	% от общего количества	Число пассажиров за день	% от общего количества	Число пассажиров за день	% от общего количества
До 1 км	133 300	7,73	140 700	7,38	268 916	8,09
От 1 до 2 км .	324 300	18,85	318 900	16,75	612 528	18,11
„ 2 „ 3 „ .	369 000	21,42	354 300	18,60	618 486	18,60
„ 3 „ 4 „ .	308 600	17,93	310 300	16,29	521 856	15,71
„ 4 „ 5 „ .	207 300	12,05	236 800	12,43	396 896	11,94
„ 5 „ 6 „ .	127 700	7,42	170 100	8,93	285 277	8,59
„ 6 „ 7 „	86 200	5,02	122 600	6,44	208 522	6,27
„ 7 „ 8 „	57 400	3,33	82 100	4,30	140 011	4,21
„ 8 „ 9 „ .	37 600	2,19	54 800	2,87	94 429	2,85
„ 9 „ 10 „ .	30 800	1,78	41 200	2,17	64 159	1.93
„ 10 „ 11 „ .	17 500	1,02	27 300	1,43	42 387	1,28
„ 11 „ 12 „ .	9 200	0,54	18 500	0,96	27 672	0,82
„ 12 „ 13 „ .	6 100	0,35	12 200	0,64	17 628	0,53
„ 13 „ 14 „ .	2 800	0,16	6 000	0,30	10 103	0,30
„ 14 „ 15 „ .	1 500	0,10	3 600	0,20	7 037	0,21
„ 15 „ 16 „ .	1 100	0,07	2 600	0,14	5 827	0,18
„ 16 „ 17 „ .	400	0,04	1 600	0,10	4 155	0,13
„ 17 „ 18 „ .	—	—	1 000	0,05	2 917	0,10
„ 18 „ 19 „ .	—	—	300	0,02	1 862	0.06
„ 19 „ 20 „ .	—	—	—	—	875	0,04
„ 20 „ 23 „ .	—	—	—	—	1 520	0.05
Итого	1 720 800	100	1 904 900	100	3 323 063	100
Ср. дл. поездки .		3,58		3,97		3,90

Изменяемость движения по дням шестидневки и недели

Прежде, когда предприятия работали на прерывной неделе и седьмой день (воскресенье) был днем одновременного отдыха подавляющей части трудящихся, пассажирское движение значительно изменялось по объему в отдельные дни недели, главным образом в выходной и канун выходного

дня. По отчетам ленинградских гор. жел. дорог число пассажиров по дням недели изменялось следующим образом:

Таблица 39

	Число пассажиров		Отклонение от средне-будничного количества пассажиров	
	1923 г.	1924 г.	1923 г.	1924 г.
Будние дни:				
Понедельник	405 088	599 944	— 0,16%	+ 0,82%
Вторник	405 543	606 897	— 0,04%	+ 2,00%
Среда	398 431	583 415	— 1,80%	— 1,95%
Четверг	400 328	587 399	— 1,34%	— 1,29%
Пятница	401 847	579 344	— 0,53%	— 2,82%
Суббота	421 067	613 858	+ 3,80%	+ 3,11%
Среднее	405 760	595 060		
Воскресные дни	275 897	489 081	— 32%	— 18%

В то время, как в будние дни отклонение от средне-будничного движения не превышало 3—4%, в воскресные дни движение было меньше чем в будние дни в 1923 г. на 32% и в 1924 г. на 18%.

После введения непрерывной недели, а также в связи с ростом сети культурно-бытового обслуживания трудящихся, наблюдавшиеся ранее резкие изменения объема перевозок в отдельные дни сгладились. В приведенной таблице числа перевезенных трамвайных пассажиров за каждый день августа 1933 г., шестой день шестидневки, являющийся единым выходным днем для большинства учреждений и части предприятий, уже почти не отличается по количеству пассажиров от прочих дней шестидневки.

1. 3 518 541	7. 3 291 427	13. 3 357 826	19. 3 256 947	25. 3 408 339
2. 3 360 642	8. 3 161 611	14. 3 296 820	20. 3 458 918	26. 3 679 515
3. 3 242 674	9. 3 211 936	15. 3 388 667	21. 3 364 131	27. 3 812 955
4. 3 174 485	10. 3 169 185	16. 3 382 602	22. 3 261 325	28. 3 552 309
5. 2 944 396	11. 3 137 382	17. 3 484 750	23. 3 549 101	29. 3 692 831
6. 3 217 432	12. 3 277 327	18. 3 316 542	24. 3 378 432	30. 3 570 842
				31. 3 753 603

Таблица 40

Среднее число пассажиров по дням шестидневки в августе 1933 г.

Дни шестидневки	Число пассажиров	Отклонение в %
1 день	3 366 616	+ 0,33
2 „	3 337 266	— 0,54
3 „	3 404 072	+ 1,45
4 „	3 307 981	— 1,42
5 „	3 361 692	+ 0,18
Среднее за пять дней	3 355 525	
Шестой день	3 352 107	— 0,10

Таблица 41

Среднее число пассажиров по дням недели в августе 1933 г.

Дни недели	Число пассажиров	Отклонение в %
Понедельник	3 376 172	+ 0,40
Вторник	3 404 597	+ 1,24
Среда	3 415 025	+ 1,55
Четверг	3 413 731	+ 1,51
Пятница	3 259 175	— 3,08
Суббота	3 308 828	— 1,61
Среднее	3 362 921	
Воскресенье	3 461 782	+ 2,93

Приведенные данные за август 1933 г. показывают, что как шестой день шестидневки, так и воскресные дни мало отличаются по объему перевозок от прочих дней. Этого нельзя однако сказать о характере движения, который в значительной мере изменяется в соответствии с перемещением в шестые дни шестидневки фокусов движения.

Обследованием Отдела Коммунальной Экономики ЛНИИКХ установлены следующие изменения структуры передвижений в выходные дни: за счет уменьшений передвижения на работу и домой возрастает количество передвижений по всем остальным целям и особенно «за покупками», «прочие дела», «в гости». Передвижения по указанным трем целям в выходные дни составляют 67,8% всех передвижений рабочих и 60,7% передвижений служащих.

Полученные показатели подвижности в выходные дни не могут быть однако распространены на всех рабочих и служащих, так как обследованием было охвачено относительно мало выходных рабочих и служащих.

Изменяемость движения по часам дня

Дневной цикл в производственной деятельности города значительно более неравномерен, чем шестидневный. Соответственно производственной деятельности значительную изменяемость по часам дня имеет и городское движение.

Обычно наблюдаются два резко выраженных максимума движения: утренний—перед началом работы первой смены и вечерний—по окончании работ первой смены. После вечернего пика движение быстро идет на убыль, несколько задерживаясь в интервале 22—24 часа, совпадающим с временем окончания работы главнейших зрелищных предприятий.

На прилагаемом графике распределения пассажиров Лентрамвая по часам дня видно, что, благодаря проведенным мероприятиям по сдвигу часов начала работ на отдельных предприятиях, тресту Лентрамвай удалось значительно снизить вечерний максимум и тем самым улучшить обслуживание пассажиров (уменьшение наполнения, сокращение времени ожиданий на остановках).

Обследованием Отдела Коммунальной Экономики выявлено, что рабочие в основном передвигаются утром до 9 час. и днем с 3 час. до 6 час., домохозяйки от 6—9 час. и до 3—4 час.

В дневной час максимума возвращаются учащиеся и рабочие первой смены.

Обследованием установлено, что количество передвижений в утренний максимум от 7—9 час. равно 17,6%, а в дневной от 3—5 час.—16,8% всех передвижений за сутки.

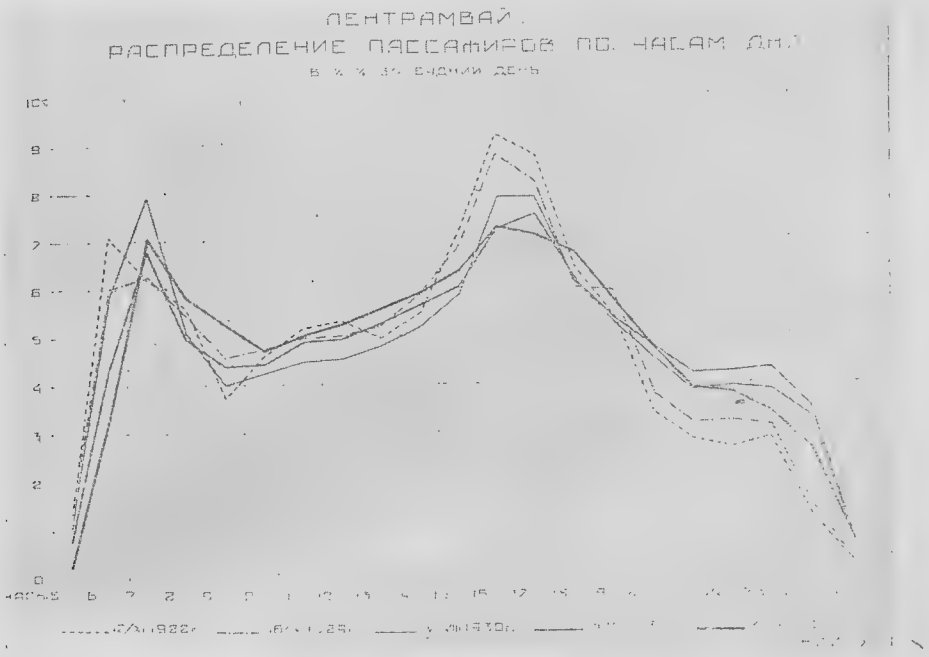


Рис. 12.

Из общего количества передвижений на работу всех опрошенных падает на время:

5— 7 час.	24,9%
7— 9 »	49,0%
9—11 »	11,3%
13—15 »	4,0%
15—17 »	4,3%

«за покупками» — «туда» 80,2% на время от 7—15 час. и «обратно» 79,7% с 9—17 час. Основная масса передвижений по культнадобностям (83,2%) падает на время от 5 до 9 час. вечера.

В ночное время (от 1 час. до 6 час.) обследованием было зарегистрировано всего 1 259 передвижений или 0,5% от всех передвижений. Основная часть ночных передвижений падает на рабочих (63,6%), едущих на ночную работу или возвращающихся с таковой; 19,6%—на служащих и 7,5%—на учащихся. По своим целям эти передвижения распределяются:

на работу	12,6%
с работы	33,3%
после культнадоб. домой	13,1%
с гуляния домой	14,1%
из гостей домой	13,0%
после проч. дел домой	7,9%

Глава IV

РОЛЬ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Ленинград. Передвижения населения по территории Ленинграда обслуживаются следующими видами транспорта.

Городского — трамваем, автобусами, городским водным транспортом, таксомоторами, учрежденческими и частными автомобилями и конными экипажами.

Пригородного — пригородными железными дорогами и пригородным пароходством.

Количество пассажиров, перевезенных за последние три года городским и пригородным транспортом, характеризуется следующими данными:

Таблица 42

Виды передвижения	Количество пассажиров в тысячах		
	1932 г.	1933 г.	1934 г.
Трамвай	1 335 000	1 250 203	1 186 000
Автобус	19 400	25 100	39 300
Городской водный транспорт	1 734	2 045	2 032
Таксомоторы	800	600	1 250
Автомобили	3 000	4 000	5 000
Конные экипажи	700	500	400
Всего на городском транспорте	1 360 634	1 282 448	1 233 982
Пригородные жел. дор.	124 202	114 902	112 940
Пригородное пароходство	2 513	2 162	2 102
Всего на пригородн. транспорте	126 715	117 064	115 042
На пригородном и городском транспорте вместе	1 487 349	1 399 512	1 349 024

Изменение роли отдельных видов транспорта в 1933 и 1934 гг. в сравнении с 1932 г. определяется следующими процентами:

Таблица 43

Виды передвижения	1932 г.	1933 г.	1934 г.
Трамвай	100	94	89
Автобус	100	129	202
Городской водный транспорт	100	118	117
Таксомоторы	100	75	156
Автомобили	100	134	167
Конные экипажи	100	71	41
В среднем на городском транспорте	100	94	91
Пригородный транспорт:			
железнодорожный	100	93	91
водный	100	86	84
В среднем на пригородном транспорте	100	93	91
В среднем на пригородном и городском транспорте вместе	100	94	91

По отчетным данным трестов Лентрамвай и Ленавтотранс за 1932 г. пассажиры распределялись между трамваем и автобусом в следующем соотношении:

трамвай	98,56%
автобус	1,44%
	100%

Произведенное Отделом Коммунальной Экономики ЛНИИКХ в 1932 г. обследование передвижений по городу путем опроса населения дает следующую картину использования различных видов транспорта:

передвижений на трамвае	154 624	99,3%
» » автобусе	1 145	0,7%
	155 769	100%

Меньший процент пассажиров, обслуживаемых автобусом по сравнению с данными официальных отчетов объясняется, во-первых тем, что обследованием путем опроса не были охвачены все группы населения, и во-вторых тем, что благодаря отличной системе тарифов и учета пассажиров число пассажиров автобусов по отчетным данным получается несколько преувеличенным.

Пешеходных передвижений на расстояние свыше 0,5 *км* было зарегистрировано обследованием 98 500 из них только 4,6% было совершено с целью прогулки, все остальные по тем же целям, что и передвижения на механическом транспорте:

на работу и обратно	29,1%
за покупками и обратно	27,8%
на учебу и обратно	19,1%

Из совершенных на работу передвижений пешком только 42% совершены на сравнительно близкое расстояние до 1,5 *км*, остальные 58% на расстояние свыше 1,5 *км*. Приблизительно такое же распределение передвижений пешком в зависимости от расстояния было зарегистрировано и по другим целям передвижений. Все эти передвижения на значительные расстояния совершались пешком по причине недостаточного развития трамвайной сети, отсутствия необходимой частоты и регулярности движения и высокого наполнения вагонов.

Процент пользования механическим транспортом у отдельных групп обследованного населения характеризуется следующими данными:

Таблица 44

Группы населения	Процент пользующихся механическим транспортом
Рабочие	70,0%
Служащие	75,4%
Учащиеся	41,5%
Домохозяйки	43,4%
Прочие	51,7%
	61,1%

Таблица 15

Возраст группы	Процент пользующихся механическим транспортом
8–14 лет	12,6%
15–16 „	61,3 „
17–25 „	68,3%
26–35 „	67,3%
36–45 „	63,8%
46–55 „	59,0%
56 и выше	50,5%
	61,1%

Изменение роли отдельных видов массового пассажирского транспорта во внутригородских перевозках характеризуется за последние три года следующими данными:

Таблица 46

Виды транспорта	1931 г.	1932 г.	1933 г.	1934 г.
	В процентах			
Трамвай	98,99	98,44	97,87	96,62
Автобус	1,00	1,43	1,97	3,21
Водный транспорт	0,01	0,13	0,16	0,17
	100	100	100	100

Несмотря на то, что приведенные данные не совсем точно устанавливают соотношение роли отдельных видов транспорта, из-за различий в системе тарифов и учета пассажиров, все же таблица дает возможность сделать следующие основные выводы:

1) трамвай все время сохраняет свое преимущественное значение, несмотря на некоторое снижение удельного веса в перевозках;

2) автобус непрерывно и быстро повышает свое удельное значение (143% в 1932 г., 197% в 1933 г. и 321% в 1934 г. по отношению к 1931 г.);

3) водный транспорт, несмотря на повышение своего удельного значения, вследствие малого объема перевозок не оказывает сколь-нибудь значительного влияния на изменение удельного значения других видов транспорта.

Распределение пассажиров между отдельными средствами транспорта в Москве в настоящее время уже отличается от Ленинграда. Развитие троллейбусного сообщения и сооружение метрополитена вызывает в Москве значительные изменения роли отдельных средств передвижения.

Рассмотрим какую роль выполняют отдельные виды внутригородского транспорта в крупнейших городах Европы и Америки.

Лондон. Большой Лондон занимает территорию 1 795 км² и разделяется на следующие основные части:

Таблица 47

	Площадь в км²	Население в тыс.
Центральная часть „Сити"	2,7	13,7
Графство	304	4 500,0
Внешние районы	1 488	3 300,0
	1 794,7	7 813,7

Отличительной особенностью расселения населения Лондона является, сравнительно с другими столицами мира, низкая застройка жилых районов.

Уличная сеть Лондона не только не имеет какой-либо единой геометрической системы, но представляет из себя чрезвычайно запутанный лабиринт улиц и переулков больших и малых, широких и узких, сквозных и тупиковых, — характерная картина постепенно развивавшегося, в хаосе противоречий капиталистического мира, города.

Перевозки населения Лондона по территории города осуществляются всеми видами современного городского массового транспорта.

Особенностями внутригородского транспорта Лондона являются:

1) раннее введение метрополитена,
2) отсутствие трамваев в центральной части города,
3) преимущественное значение автобуса.

Все пассажиры массового транспорта распределялись между отдельными средствами сообщения следующим образом

Таблица 48

Годы	Метро	Трамвай	Автобус	Всего
1902	42	33	25	100
1912	30	37	33	100
1922	30	36	34	100
1932	25	27	48	100

Сравнение распределения числа пассажиров между отдельными видами транспорта в 1923 и в 1932 гг. (табл. 49). показывает, что абсолют-

Таблица 49

Виды транспорта	1923 г.	1932 г.	прироста
	(в миллионах)		
Метрополитен	910	994	10
Трамвай	1 060	1 063	0
Автобус	1 250	1 938	60

ное число пассажиров трамвая не имело за десятилетний срок никакого прироста, основной рост наблюдался у автобусов — 60%, число пассажиров метрополитена выросло за этот срок только на 10%. Таким образом последние десять лет явились годами завоевания автобусом преимущественного значения во внутригородских пассажирских перевозках Лондона.

Преимущественное значение автобуса в лондонском городском движении объясняется следующими причинами:

1) автобусы проникают в центр города, где трамвайное движение исключено, вследствие запрещения прокладки рельсового пути по большей части центральных лондонских улиц;

2) автобусная сеть значительно более развита, чем трамвайная (490 *км* трамвайных линий и 3 390 *км* автобусных линий);

3) количество автобусов больше, чем число трамвайных вагонов (2 518 трамвайных вагонов и 5 312 автобусов);

4) скорость автобусов несколько выше, чем трамваев;

5) автобусный тариф мало отличается от трамвайного тарифа;

6) открытые империалы автобусов привлекают много пассажиров в хорошую погоду;

7) трамвай никогда не пользовался в Лондоне популярностью, так как прокладывался в неудобных условиях по узким второстепенным улицам. Трамвайные вагоны имеют большой амортизационный срок, вследствие чего отстают от автобуса, имеющего меньший амортизационный срок, в отношении соответствия требованиям каждого отдельного промежутка времени;

8) пассажирам автобуса, как правило, разрешается иметь остановки по требованию.

К этим специфическим лондонским особенностям необходимо добавить также общие преимущества автобуса:

1) большую маневренность;

2) возможность остановки у тротуара;

3) возможность обгона впереди идущих и остановившихся автобусов.

Следующая таблица характеризует работу автобусов Лондона за ряд лет. (см. табл. 50).

Сеть лондонского метрополитена (старейшего в мире — с 1863 г.) имеет протяжение 414 *км* и разделяется по устройству и времени постройки на собственно метрополитенные линии и «ТЮБ» (трубы).

Метрополитенные линии проложены в двухпутных сводчатых тоннелях мелкого и среднего заложения. «ТЮБ» представляет собой сооружение из специальных чугунных труб, рассчитанных для пропуска одного пути и проложенных на большой глубине (от 30 до 58 *м*). Несмотря на то, что станции метрополитена оборудованы лифтами и эскалаторами (подвижными лестницами), все же доступ к платформе глубокого тоннеля для пассажира затруднен и отнимает много времени.

Частота движения на отдельных линиях достигает 50 поездов в час, последние развивают скорость свыше 50 *км*, но вследствие частых остановок (500—100 *м*) средняя скорость сообщения не превышает 30 *км*.

Линии метрополитена соединяют центр Лондона с многочисленными далекими окраинами и пригородами. Лондонский метрополитен—предприятие убыточное и работает за счет доходов автобусного движения, находящегося в значительной части в ведении того же общества, которое владеет подземными дорогами.

Таблица 50

	1927 г.	1928 г.	1929 г.	1930 г.
Пассажиров млн.	1942	1917	1914	1962
„ в день	5,04	5,23	5,24	5,37
Из них:				
Главным омнибусным обществом	78,21	81,43	82,19	85,56
Другими обществами контролируемыми главным обществом	12,57	13.81	13.05	9,52
Независимыми обществами	9.18	4.76	4.76	4.92
Число автобусо/*км* в млн	336,6	347,9	349,1	349,8
Средняя скорость:				
В будние дни *км*/ч	14,78	14,85	14,9	15
В праздничные дни	15.9	16.0	16.2	16.2
Среднее число мест для сидения в каждом автобусе	48.82	49.14	49.09	49.43

Трамвай в Лондоне также приносит убыток, но как самое дешевое средство передвижения сохраняется, обслуживая главным образом перевозки рабочих к месту работы.

Более высокая скорость автобуса и общая тенденция к повышению скорости городского транспорта заставила ввести в Лондоне в 1931 г. новые стандартные трамвайные вагоны. Они снабжены двумя 70-сильными моторами и обеспечивают среднюю скорость сообщения в 19 *км* в час; на благоприятных же в смысле движения маршрутах скорость сообщения достигает 32 *км* в час.

Введенный за последние годы троллейбус (60 вагонов в 1933 г.) пока еще не играет сколько-нибудь заметной роли во внутригородских перевозках.

В опубликованном в октябре 1935 г. отчете вновь организованного в 1933 г. Управления лондонского пассажирского транспорта приведены следующие данные о распределении пассажиров между различными видами транспорта за последние годы:

Таблица 51

Вид транспорта	Пассажиров			
	1933 34		1934 35	
	абс.	%	абс.	%
Метрополитен	415881626	12	445882289	12
Автобус	1950467346	57	2094764426	59
Трамвай	1002411709	30	1013433692	28
Троллейбус	27239437	1	28262013	1
	3396000118	100	3582348430	100

Берлин. Большой Берлин занимает территорию в 878 *кв. км*, на которой расселено 3 804 тыс. жителей.

Относительная роль городских средств передвижения характеризуется следующей таблицей:

Таблица 52

Годы	Трамвай	Автобус	Метро	Городск. и окруж. ж. д.	Всего
					%
1913	50,5	13,2	5,7	30,6	100
1919	64,5	0,7	7,3	27,5	100
1923	18,4	1,6	11,7	68,3	100
1924	39,0	3,4	13,3	44,3	100
1930	43,8	13,3	15,6	27,3	100
1931	41,3	10,8	18,8	29,1	100

Устойчивую роль в городских перевозках имеет только метрополитен, все остальные средства передвижения Берлина испытали на протяжении 20 лет чрезвычайно резкие изменения своей роли в обслуживании потребности населения в передвижении.

Автобусы с начала войны были мобилизованы на фронт, вследствие чего роль их сразу упала. В 1932 г. в Берлине было 663 автобуса эксплоатируемых на 44 маршрутах с общим протяжением в 332 *км*.

Трамвай вследствие разрухи после войны так расстроил свое хозяйство, что мог переработать в 1923 г. только 18,4% общего пассажирооборота. В 1932 г. трамвай перевозил свыше 40% всех пассажиров. В 1932 г. эксплоатировалось 2 103 моторных и 1 697 прицепных вагонов. Длина линий 585 *км*.

Расположенный сравнительно близко к поверхности земли берлинский метрополитен из года в год увеличивает свою роль в общем городском движении. В настоящее время эксплоатируется 5 линий с общей длиной 80,2 *км*. Число моторных вагонов 666, прицепных — 521.

В самые последние годы некоторое перераспределение пассажиров между средствами передвижения было вызвано изменением тарифа.

Стоимость провоза одного пассажира в Берлине в 1930 г. равнялась:

в трамвае	17,74 пф.
в метро	19,60 »
в автобусе	21,32 »

Произведенное уравнение тарифов вызвало такой быстрый рост автобусных пассажиров, что берлинскому обществу городского движения пришлось принимать ряд мер по изменению тарифной системы обеспечивающих более выгодное для предприятия распределение пассажиров между отдельными видами транспорта.

В 1932 и 1933 гг. единым тарифом определялась стоимость одного проезда на любом виде городского транспорта в 25 пфеннигов. Различный тариф был установлен только для карточек.

Скорость сообщения на отдельных средствах транспорта Берлина равнялась в 1931 г.

Трамвай:

В рабочие дни до 19 час.	15,4 *км*
» » после 19 час. и праздн. дни . .	16,1 »

Автобус:

В рабочие дни до 19 час.	16,8 *км*
» » после 19 час. и в праздн. дни .	17,8 »
Метрополитен	25 »

Средняя длина поездки на разных средствах передвижения, при учете движения с пересадкой за один проезд составила:

Таблица 53

Время обследований	Трамвай	Автобус	Метро
21 мая 1930 г.	4,37	4,28	5,52
12 ноября 1930 г.	4,70	5,03	5,65
6 мая 1931 г.	4,83	5,12	5,82
30 сентября 1931 г.	5,05	5,23	—

В среднем длина поездки равнялась в 1931 г. 5,92 *км* вместо 5,65 *км* в 1930 г.

По отчетным данным для отдельных средств передвижения средняя длина поездки составляла:

Таблица 54

	1931 г.	1932 г.
Трамвай	4,22	4,52
Автобус	4,77	—

Маршрутная система трамвая и автобуса характеризуется следующими показателями за 1931 г.:

Таблица 55

	Трамвай	Автобус
Число маршрутов	74	39
Протяжение трамвайных маршрутов и автобусных линий	1 406	333

Ночное движение обслуживается автобусами. За 1932 г. было перевезено ночью 3 727 тыс. пассажиров при средней длине поезки 4,64 *км* и числе пассажиров на 1 вагоно-километр 3,18.

Экономический кризис вызвал резкое понижение числа пассажиров городского транспорта. Всего было перевезено пассажиров за 1928—1932 гг.

Таблица 56

Виды транспорта	1928 г.	1929 г.	1930 г.	1931 г.	1932 г.
Трамвай	909	929	721	583	515
Автобус	223	277	219	153	112
Метро	266	277	257	266	231
Городские и пригородные жел. дор.	413	445	448	410	362
	1 811	1 928	1 645	1 412	1 220

В 1933 г. в Берлине число пассажирских перевозок продолжало уменьшаться и только в 1934 г. на городских перевозках отразилась депрессия особого рода, которую переживает капиталистический мир после кризиса.

Таблица 57

Виды транспорта	1933 г.	1934 г.
Трамвай	500	540
Автобус	107	141
Метро	209	202
Городские и пригородные жел. дор.	345	396
Всего в млн.	1 161	1 279

Париж. Париж занимает территорию: без пригородов 78 *км*, с пригородами 480 *км*. Число жителей без пригородов 2 900 тыс. чел., с пригородами 4 800 тыс. чел.

Городское пассажирское движение обслуживается трамваем, автобусом, метрополитеном и речным трамваем. Распределение пассажиров между отдельными средствами транспорта характеризуется следующими данными за 1931 г. в млн. пассажиров:

Таблица 58

Виды транспорта	Число перевезенных пассажиров	
	в млн.	в %
Трамвай	629,4	32,4
Автобус	395,3	20,2
Метро	920,0	47,3
Речной трамвай	2,8	0,1
	1 947,5	100

Последнее десятилетие характеризуется быстрым ростом автобусного движения.

Таблица 59

Годы	Трамвай	Автобус
	Число пассажиров в млн.	
1913	485,8	246,2
1921	613,3	245,4
1929	734,4	346,7
1931	629,2	395,3

Число и протяжение линий и маршрутов трамвая и автобуса изменилось за десятилетие следующим образом:

Таблица 60

	1921 г.	1931 г.
Число трамвайных линий	111	106
Их протяжение в *км*	874	944
Число автобусных линий	37	132
Их протяжение в *км*	250	945

Сеть метрополитена Парижа имеет в настоящее время протяжение в 191 *км* двойного пути.

Подвижной состав состоит из следующего числа транспортных единиц:

Таблица 61

Виды транспорта	Моторных	Прицепных	Всего
Трамвай	2195	942	3137
Автобус	—	—	1700
Метро	—	—	2500
Речной флот	—	—	40

Сильное развитие в Париже автомобильного движения вызывает значительные задержки движения особенно в центре города, где улицы совершенно не соответствуют такому движению. Особенно эти задержки отражаются на трамвайном движении, скорость которого по этой причине понижается. Последнее обстоятельство, равно как и сглаживание разницы в себестоимости перевозок автобуса и трамвая послужили причиной роста автобусных перевозок за счет трамвайных.

Развитие сети метрополитена и уравнение стоимости проезда на трамвае и автобусе, привело в 1934 г. к решению заменить все трамвайные линии автобусными. К этому сроку автобусу уже удалось завоевать преимущественное значение в городских пассажирских перевозках в сравнении с трамваем.

	1931 г.	1934 г.
Число вагонов трамвая	3137	1604
» автобусов	1700	2879
» пассажиров трамвая млн.	629	281
» пассажиров автобусов млн.	395	668

Метрополитен Парижа обеспечивает главным образом перевозки в пределах старого города, мало обслуживая окраины и пригороды. Лишь в последнее время был поставлен вопрос об обслуживании метрополитеном пригородов и было приступлено к строительству вылетных линий. Сеть метрополитена равномерно и весьма густо распределена по всей территории города. Благодаря удобству линий, парижский метрополитен привлекает огромное количество пассажиров — 7,65 млн. пассажиров на километр сети в год.

Рим. В 1930 г. в столице Италии было произведено коренное изменение всех маршрутов трамвая и автобусов. Рим был одним из немногих городов Италии, в которых после войны производилось крупное строительство за время с 1920 г. до 1930 г. Трамвайная сеть возросла с 93 миль до 130. Новые линии строились главным образом на окраинах города. Центр города, изобилующий узкими кривыми улицами, испытывал большие затруднения в движении. С целью радикального разрешения вопроса 1 января 1930 г. трамвай в центре города был упразднен и оставлен только автобус. Мера эта осуществлена после того, как город решился на постройку метрополитена.

Старая система обслуживания города внутригородским транспортом имела следующие недостатки:

1) обилие длинных линий с неравномерным движением и не прямыми маршрутами;

2) чрезмерное количество линий, пересекающих район интенсивного движения в центре;

3) все вагоны следовали на всем протяжении маршрута, причем в Центральном районе они были перегружены, в то время как оказывались почти пустыми по мере приближения к конечным пунктам. По новой системе город разделен на 3 зоны. Первая — центральная зона — только автобусы. Вторая — внешняя зона — только трамваи. Третья пригородная зона—смешанная система трамвайных и независимых автобусных линий. Тарифная система построена таким образом, чтобы пассажирам, не имеющим надобности проезжать через центр, было бы выгоднее избегать его. Билеты выдаются на 1 час с правом пересадки.

Нью-Йорк. В Нью-Йорке соотношение между отдельными видами транспорта изменялось за последние годы следующим образом (в процентах):

Таблица 62

Виды транспорта	1930		1931		1932		1933	
	млн. пас.	%	млн. пас.	%	млн. пас.	%	млн. пас.	%
Метро	2 032	63	1 940	63	1 867	65	1 756	66
Трамвай	925	29	875	29	833	29	732	28
Автобус	270	8	257	8	170	6	164	6
	3 227	100	3 072	100	2 870	100	2 652	100

Как видно из таблицы, преимущественное значение имеет в Нью-Йорке — метрополитен. Сеть метрополитена в Нью-Йорке равняется 445 *км* линий, причем некоторые участки имеют по три и четыре пути, вследствие чего общая длина путей составляет 1 582 *км*. Несмотря на такое большое протяжение, сеть метрополитена в Нью-Йорке перегружена, и в настоящее время город продолжает строить новые линии.

Глава V

УСЛОВИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ

ОБСЛУЖЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДА ЛИНИЯМИ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Общее протяжение одиночного трамвайного пути составляло на 1 января 1934 г. 482,09 *км* и распределялось по районам города следующим образом.

Районы:	*км*
Выборгский	96,43
Петроградский	66,53
Смольнинский	65,07
Володарский	54,32
Василеостровский	46,05
Московский	43,85
Кировский	38,54
Октябрьский	38,06
	448,85
Пригородный	33,24

Из общего протяжения сети длина одиночного пути пассажирских линий составляет 405 *км*.

Протяжение одиночного пути в собственном полотне

в черте города . . 11,67 *км*
вне черты города . 60,52 »

Колец на сети имелось 10, петель 29, тупиковых путей с разъездами—5, с треугольниками—2.

Обслуженность территории Ленинграда линиями пассажирского транспорта показана на рис. 13. Белые полосы на картограмме обозначают линии массового транспорта с прилегающей территорией по 200 *м* в обе стороны от оси пути. Территории между линиями пассажирского транспорта заштрихованы разной штриховкой в зависимости от использования отдельных районов для расселения населения.

Интенсивностью штриховки оценивается транспортный момент—определяемый из условия подхода всего населения

Рис. 13. Полосы в обе стороны от трамвайных и автобусных линий, на расстоянии 200 метров, 200—400, 400—600, 600—800 свыше 800 обозначены штриховкой разной интенсивности в зависимости от числа человеко-километров необходимых для подхода к трамвайной и автобусной сети.

Таблица 63

Перечень районов, наиболее неблагоприятных в отношении обслуживания городским транспортом

№№ по пор.	Районы	1-я зона 200—400		2-я зона 400—600		3-я зона 600—800		4-я зона далее 800		Всего	
		жител.	чел./км	жител.	чел./км	жител.	чел./км	жител.	чел./км	жител.	чел./км
1	Правый берег Невы	1 699	433	630	315	790	546	13 978	76 597	17 097	77 891
2	Между ул. Стачек и Балт. лин.	13 741	4 122	10 925	5 444	6 973	4 867	13 938	14 012	45 577	28 446
3	„ Детскосельской и Октябрьской лин.	17 337	5 201	3 409	1 513	1 095	725	9 509	20 476	31 350	27 915
4	„ ул. Стачек, ст. Пущино и Обводн. кан.	14 128	4 238	5 201	2 645	3 709	2 596	8 377	11 996	31 505	21 475
5	Лесной пр., ст. Кушелевка, Кондр. пр.	13 947	4 193	12 444	6 248	5 564	3 931	4 165	6 259	36 120	20 632
6	Лин. Окт. д.—Шлиссел. просп.	10 904	3 271	9 455	4 719	6 375	4 463	7 130	7 550	33 864	20 002
7	Международн. просп.—Детскосельск. лин.	9 763	2 929	9 724	4 862	5 161	3 613	7 486	8 091	32 134	19 495
8	Ул. Красных Зорь—Площ. Льва Толстого	11 060	3 318	4 958	3 664	4 124	4 546	3 285	5 018	23 427	16 706
9	К северу от Новой деревни	4 418	1 325	1 422	711	1 542	1 079	7 534	10 957	14 916	14 072
10	Балтийск. лин.—Международн. просп.	4 954	1 486	1 904	952	2 314	1 620	8 327	9 370	17 499	13 428
11	Ул. 3 Июля—просп. 25 Октября—Просп. Нахимсона—ул. Дзержинского	35 310	10 593	—	—	—	—	—	—	35 310	10 593
12	2-я Советская — Советский просп. — Смольный — просп. Бакунина	23 513	6 891	6 865	3 638	—	—	—	—	30 378	10 530

Таблица 64

Распределение жителей по зонам в зависимости от расстояния места жилья до трамвайной сети и число человеко-километров до трамвайной и автобусной сети

Районы	Зоны			Во всех зонах
	I	II	III	
	Расстояние в *м*			
	200—400	400—600	> 600	
	Число жителей			
1. Смольнинский и Центральный в границах 1932 г.	135 000	16 000	175	151 175
2. Октябрьский	67 400	13 700	—	81 100
3. Володарский	49 410	29 500	48 915	127 825
4. Выборгский	53 930	29 600	24 200	107 730
5. Петроградский	66 750	16 900	28 535	112 185
6. Василеостровский	39 620	7 800	—	47 420
7. Кировский	40 620	7 600	30 998	79 218
8. Московский	25 170	14 900	35 177	75 247
	477 900	136 000	168 000	781 900

Продолжение таблицы 64

Районы	Зоны			Во всех зонах
	I	II	III	
	Расстояние в *м*			
	200—400	400—600	> 600	
	Число человеко-километров			
1. Смольнинский и Центральный в границах 1932 г.	40 500	8 000	107	48 607
2. Октябрьский	20 200	6 850	—	27 050
3. Володарский	14 820	14 750	96 320	125 890
4. Выборгский	16 180	14 800	27 605	58 585
5. Петроградский	20 025	8 450	36 604	65 079
6. Василеостровский	11 886	3 900	—	15 786
7. Кировский	12 186	3 800	37 040	53 026
8. Московский	7 551	7 450	53 730	68 731
	143 348	68 000	251 406	462 754

района от места своего жилья к линиям пассажирского транспорта, как сумма произведений количества жителей отдельных территориальных элементов на среднее расстояние этих элементов до трамвайной и автобусной сети.

Анализ транспортных моментов отдельных районов г. рода (см. табл. 63 и 64) показывает, что, несмотря на большое строительство линий на окраинах, осуществленное после революции, все же окраинные районы значительно хуже обслужены линиями пассажирского транспорта, нежели центральные.

В перечне районов города, имеющих наибольший транспортный момент от 10 тыс. человеко-километров до 78 тыс., районы разбиты на зоны по дальности от линий городского транспорта.

Установлены следующие 4 зоны:

на расстоянии от 200—400 *м* . . . . . 1-я зона
от 400—600 *м* . . . . . 2-я зона
от 600—800 *м* . . . . . 3-я зона

и далее 800 *м* от оси пути—4-я зона.

Наиболее неблагополучными районами в отношении обслуживания линиями транспорта являются те, у которых максимальный транспортный момент получается в дальних зонах:

Правый берег Невы . . . . . 76 597 чел./*км*
Район между Детскосельской и Октябрьской линиями ж. д. . . . . 20 476 » »
Район между ул. Стачек и Балтийской линией . 14 012 » »

При определении транспортного момента района правого берега Невы имеющийся автобусный маршрут не принимался во внимание, так как он функционировал не круглый год.

Строящийся Володарский мост должен сильно понизить транспортный момент в этом районе.

Кроме приведенных в таблице районов имеется еще несколько районов, в которых в 4-й зоне, отдаленной от линий транспорта на расстояние свыше 800 *м*, расселено некоторое количество жителей. Районы эти следующие:

к Юго-Западу от Кировского завода . . . . . 3 835 чел./*км*
в районе Охты . . . . . 3 800 »
» Лесного . . . . . 2 718 »
» ЦПКО . . . . . 749 »

Во всех прочих районах города население расселяется в зонах, расположенных не далее 800 *м* от линий транспорта.

Таблица 65

Сводная таблица распределения жителей по зонам в зависимости от расстояния места жилья до трамвайной сети

Зоны	Число жителей		Число человеко-километров до трамвайной сети	
	Абс.	%	Абс.	%
До 200 *м*	1 918 100	71,0	191 810	29,2
От 200 до 400 *м*	477 900	17,6	143 348	22,0
От 400 до 600 *м*	136 000	5,0	68 000	10,4
Свыше 600 *м*	168 000	6,4	251 406	38,4
	2 700 000	100	654 564	100

Характеристика существующей маршрутной системы

Маршрутная система ленинградского трамвая за истекшие годы характеризуется следующими показателями:

Таблица 66

	1928 г.	1929 г.	1930 г.	1931 г.	1932 г.	1933 г.	1934 г.	1935 г.
Среднее число маршрутов . .	28	28	30	33	37	40	41	42
Длина всех маршрутов в *км* .	345	371	440	492	557	595	612	629
Длина сети по оси улиц в *км*	135.7	148,5	168,4	173,9	181,1	193,1	199,4	202,7
Маршрутный коэфициент . .	2,54	2,50	2,62	2,83	3.07	3,08	3,07	3,11
Средняя длина маршрута . . .	12,5	13,1	14,6	14,8	15,2	14,9	14,9	15,0
Средний интервал на маршруте	7,60	8,20	8,96	8,66	8,05	8,50	8,48	8,48
Средний коэфиц. неравномерности распределения пассажиров по длине маршрута . .	1,50	1,53	1,57	1,56	1,50	1,50	—	—

Маршрутный коэфициент, определяемый отношением длины всех маршрутов к длине сети по оси, показывает сколько раз длина маршрутов укладывается на сети, иначе говоря—сколько маршрутов в среднем представляется пассажиру на выбор на средней точке сети и характеризует разнообразие беспересадочных сообщений.

Интервал на маршруте является главнейшим показателем экономии времени пассажира на ожидание поезда, требующегося ему маршрута.

Повышение маршрутного коэфициента осуществляется посредством увеличения общей длины всех маршрутов, при этом если число вагонов остается прежним, то интервал на маршруте должен увеличиться.

Увеличение длины маршрутов, а равно и уменьшение интервала может быть осуществлено только при условии увеличения количества поездов. Это вызывает увеличение капитальных затрат и эксплоатационных расходов.

В 1933 г. интервал на ленинградском трамвае возрос по сравнению с интервалом 1928 г. на 11%. В то же время маршрутный коэфициент увеличился на 21% и компенсировал ухудшение качества маршрутной системы увеличением интервала.

Сопоставление маршрутного коэфициента Ленинграда с маршрутным коэфициентом других городов выгодно характеризует ленинградскую маршрутную систему.

Ленинград	1933 г.	3,08
Москва	1929 »	2,30
Берлин	1927 »	2,51
Рим	1930 »	3,00
Вена	1927 »	1,73

Неравномерность распределения пассажиров по длине маршрута, или неравномерность наполнения характеризуется коэфициентом неравномерности, который определяется отношением наполнения на максимально загруженном перегоне к среднему наполнению.

Коэфициент неравномерности колебался в 1933 г. на маршрутах лентрамвая от 1,18 до 1,91.

Все маршруты по коэфициенту неравномерности могут быть разбиты на следующие группы:

Таблица 67

№№ по порядку	Коэфициент неравномерности	Количество маршрутов
1	1,20—1,30	5
2	1,31—1,40	4
3	1,41—1,50	14
4	1,51 – 1,60	10
5	1,61 – 1,70	4
6	1,71—1,80	1
7	1,81 - 1,90	1
8	1,90—2,00	1

При достаточном количестве вагонов и соответствующей пропускной способности линий и узлов пассажир не испытывает ущерба от неравномерности распределения пассажиров по длине маршрута.

Основное значение этот фактор имеет для экономичности работы трамвая. Под этим углом зрения обычно трамвайное предприятие вынуждено итти на переполнение вагонов в местах большой посадки пассажиров с тем, чтобы избежать холостых пробегов поездов на концевых участках маршрута.

Особенно высокий коэфициент неравномерности имеют маршруты Ленинграда №№ 13, 14, 17, 21, 23, 34 и 35.

В интересах предприятия и пассажиров маршрутная система Ленинграда требует пересмотра под углом зрения обеспечения снижения коэфициента неравномерности. Достигнуть последнего можно введением коротких маршрутов, параллельных маршруту, имеющему большую неравномерность движения, на максимальном перегоне. Такому решению препятствует недостаточное количество колец и петель на трамвайной сети. В некоторых пунктах, как например Площадь Труда, Площадь Урицкого и т. д., сооружение таких устройств представляет значительные затруднения. Тем не менее решение этого вопроса должно быть найдено, так как коэфициент неравномерности вызывает увеличенный состав вагонного парка и снижение его даже на 1% можно оценивать сотнями тысяч рублей в год. Кроме того, в виду невозможности возвратов трамвайных поездов от мостов Лейтенанта Шмидта и Республиканского — приходится даже при слабом наполнении направлять их через мосты, пропускная способность которых уже использована почти до предела.

Все маршруты ленинградского трамвая могут быть разбиты на следующие группы по своей геометрической форме:

Диаметральные	19	47% (2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 21, 23, 24, 25, 34, 36, 37, 40)
Тангенциальные	8	20% (8, 10, 18, 26, 29, 30, 33, 38)
Полукольцевые	7	18% (1, 6, 15, 19, 22, 27, 31)
Радиальные	4	10% (20, 28, 35, 39)
Двурадиальные	2	5% (11, 32).
	40	100%

Преобладание диаметральных маршрутов является характерной особенностью ленинградской маршрутной системы.

Для пассажиров диаметральные маршруты уменьшают число пересадок и при существующей системе единого тарифа удешевляют проезд.

В то же время наличие большого количества диаметральных маршрутов чрезвычайно загружает центр пассажирами, едущими транзитом из одного района в другой.

Особенность ленинградской уличной сети, заключающаяся в трудности образования параллельных Проспекту 25 Октября разгружающих магистралей,—приводит при наличии большого количества диаметральных маршрутов к работе линий на Проспекте 25 Октября уже сейчас на пределе пропускной способности.

Освободить Проспект 25 Октября от транзитных пассажиров можно только путем установления большескоростной связи между районами, окружающими центр, минуя последний. Часть таких маршрутов уже имеется, но невысокая скорость движения на них, почти не отличающаяся от скорости движения на центральных улицах города, не привлекает к таким маршрутам транзитных пассажиров.

Средняя длина маршрута ленинградского трамвая равнялась в 1933 г. 14,9 *км*.

По длине все маршруты можно разбить на следующие группы:

Таблица 68

№№ п/п.	Длина маршрутов	Колич. маршрутов	Маршр. в %	№№ маршрутов
1	5 до 9 *км*	4	10	(34. 37, 39, 40)
2	10 до 14 „	19	47	(2, 3, 4. 5. 6. 7. 8. 11. 12. 13. 14, 15. 16. 19. 20. 23, 26, 35. 38)
3	15 „ 19 „	13	33	(1. 9. 10. 17, 18, 22, 24. 25. 27, 30. 31. 33. 36)
4	20 *км*	4	10	(21, 28, 29, 32)
		40	100	

Обеспечение пассажирским транспортом связи между отдельными районами

Сообщения между отдельным районами Ленинграда представлены на двух таблицах, составленных на основании фактического обследования пассажирского движения трамвая в феврале 1932 г. и в марте 1933 г. Для удобства анализа межрайонных сообщений город был разбит на 10 районов, которые более соответствуют конфигурации сети и характеру пассажирского движения, чем административные районы.

За центр принята территория, ограниченная Невой, Обводным каналом и р. Екатерингофкой; Василеостровский, Петроградский, Московский и Кировский районы соответствуют за незначительными уклонениями административному делению. К восточному району отнесена Охта с линиями на Ржевку и к Мариинской улице. От Охты отделен правый берег Невы и отнесен к Володарскому району. К Портовому району отнесена территория за р. Екатерингофкой. К Пригородному району отнесена Ораниенбаумская линия от Второго Автово.

На основании данных таблиц межрайонных сообщений А. И. Замешаевым составлена таблица сообщений окраин с центром.

Таблица 69

	1932 г.		1933 г.	
	Пассажиры тыс.	%	Пассажиры тыс.	%
Местные сообщения в центре	979 261	29,5	1 142 721	30,0
Сообщения окраин с центром и обратно	1 389 912	41,8	1 518 983	40,0
Сообщения окраин с окраинами . .	367 085	11,0	409 133	10,8
Местные сообщения на окраинах . .	586 795	17,7	729 720	19,2
	3 323 053	100	3 800 557	100

Таблица ярко подчеркивает удельный вес и значение центра в общем пассажиро-обороте. 70% всех перевозок связано с центральными городскими районами. Такое огромное притягательное значение центра сохранится на очень долгое время, хотя ряд мероприятий сможет несколько понизить падающий на центр процент пассажиро-оборота.

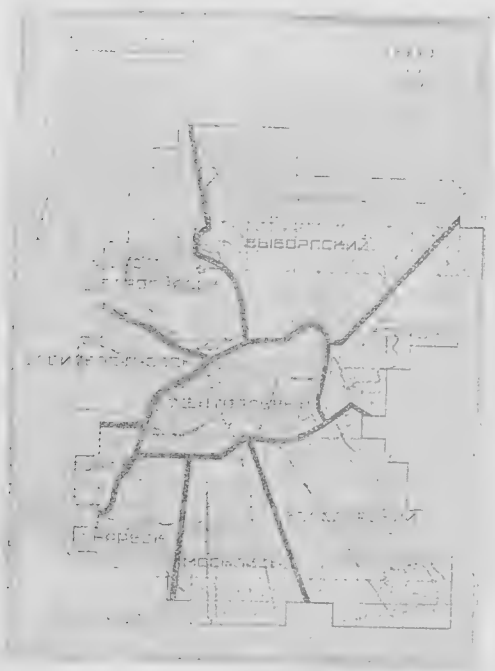


Рис. 14. Разбивка на районы для обследования трамвайных перевозок.

При рассмотрении сообщений между отдельными районами следует отметить, что данные, приведенные в таблицах, несколько искажают фактическое положение. Учесть при обследовании пересадки не представляется возможным, поэтому комбинированная поездка на двух маршрутах учитывается как две поездки, вследствие чего искусственно повышается процент пассажиро-оборота центральных районов, пересадки в которых наиболее часты.

Сравнение данных о пассажирской связи между Кировским, Василеостровским и Выборгским районами и расселении трудящихся Кировского района в Василеостровском, Петроградском и Выборгском районах приводит к следующим результатам:

Таблица 70

	Василеостровский	Петроградский	Выборгский
Из числа трудящихся Кировского района живет в районах	2 676	3 618	1 394
Перевезено пассажиров в Кировский район (в год в тыс.) из районов	2 959	13 909	6 376

Такое несоответствие между приведенными цифрами объясняется тем, что Василеостровский район не имел до 1935 г. прямой связи с Кировским районом, за исключением маршрутов, проходящих через мосты Строителей и Биржевой.

Пассажиры, едущие с Васильевского острова в Кировский район и обратно, пересаживались с одного маршрута на другой чаще всего в центральных районах и поэтому регистрировались в данных обследованиях как пассажиры центрального района.

Таблица 71

Трамвайные сообщения по данным фактического обследования пассажирского движения

Февраль 1932 г. Пассажиров за день

Районы	Центральный	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Восточный	Володарский	Московский	Кировский	Портовый	Пригородн.
Пригородный	2 741	—	264	—	—	—	894	29 498	—	5 213
Портовый	26 728	3 109	2 532	1 410	—	—	—	—	1 465	—
Кировский	180 888	7 143	11 651	7 419	289	9 552	18 402	58 540	—	—
Московский	143 437	8 300	12 527	4 871	1 739	8 460	80 392	—	—	—
Володарский	172 985	8 863	7 890	5 622	1 892	46 875	—	—	—	—
Восточный	52 867	2 833	6 962	24 551	19 622	—	—	—	—	—
Выборгский	238 051	23 327	77 889	169 192	—	—	—	—	—	—
Петроградский	291 378	79 191	153 824	—	—	—	—	—	—	—
Василеостровский	270 837	101 672	—	—	—	—	—	—	—	—
Центральный	979 261	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 72

Март 1933 г. Пассажиров за день

Районы	Центральный	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Восточный	Володарский	Московский	Кировский	Портовый	Пригородн.
Пригородный	5 873	20	838	—	—	—	247	29 455	—	7 061
Портовый	27 315	1 647	1 755	1 195	—	—	—	—	2 394	—
Кировский	19 294	2 959	13 909	6 376	409	7 829	17 730	63 573	—	—
Московский	181 751	7 114	13 155	7 064	1 819	10 218	43 975	—	—	—
Володарский	197 972	10 131	7 368	6 433	3 194	68 126	—	—	—	—
Восточный	66 074	2 275	7 719	28 584	24 179	—	—	—	—	—
Выборгский	248 896	27 101	102 509	188 912	—	—	—	—	—	—
Петроградский	337 598	90 080	201 782	—	—	—	—	—	—	—
Василеостровский	260 503	129 718	—	—	—	—	—	—	—	—
Центральный	1 142 563	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Условия движения на ленинградском трамвае

Скорость движения. Эксплоатационная скорость ленинградского трамвая характеризуется за последние годы следующими показателями:

1928 г.	13,31
1929 »	13,36
1930 »	12,94
1931 »	12,65
1932 »	12,78
1933 »	13,04
1934 »	13,24
1935 »	13,80

Этот важнейший показатель качества обслуживания пассажира не находится сейчас в ленинградском трамвае на должной высоте. Между тем борьба за повышение скорости на трамваях заграничных городов при их конкуренции с развивающимся автобусным движением составляет одну из важнейших задач трамвайных предприятий. Увеличение скорости достигается прежде всего усовершенствованием моторов и тормозов, позволяющим повышать предел ускорения повышением напряжения в воздушной сети и, наконец, целым рядом организационно технических мероприятий, — изменением расстояния между остановками, продолжительности посадки и высадки на остановках и т. п.

Отчетные данные ленинградского трамвая за ряд последних лет не дают сколько-нибудь заметных достижений в отношении увеличения скорости.

Анализируя изменения скорости по месяцам года за время с 1928 по 1935 гг., приходится отметить чрезвычайно большое понижение скорости в зимние месяцы. Изменение атмосферных условий до известной степени влияет на понижение скорости в зимнее время, однако такое резкое падение скорости, которое наблюдалось в зимнее время в годы 1930—1935, не может быть отнесено полностью за счет изменения атмосферных условий. Значительную роль в этом понижении скорости сыграли—слабая организация работ по очистке от снега, слабая дисциплина работников движения, отсутствие необходимой системы премирования и существующий метод составления наряда на зимнее время с сильно заниженными скоростями, учитывающими перечисленные выше неполадки.

Средняя скорость движения автобуса в Ленинграде в сравнении с трамваем довольно высока — 16,5 *км* в час. Объясняется это большой маневренностью автобусов, меньшей частотой движения по линиям, меньшей емкостью, вследствие чего на остановках автобус простаивает меньше, чем трамвай, большей удельной протяженностью пригородных маршрутов; средне-ходовая скорость автобуса также выше, чем у трамвая.

В заграничных городах, улицы которых загромождены большим количеством пассажирских автомобилей, скорость автобусов, хотя в большинстве случаев и выше, чем у трамвая, но сравнительно на незначительную величину, а в отдельных случаях даже и ниже (от 5 до 8 *км* в час на 5 Авеню в Нью-Йорке).

Сравнительная скорость различных средств передвижения в Берлине.

Таблица 73

	1930 г.	1931 г.
	км в час	
Трамвай		
В рабочие дни до 19 час.	15,2	15,4
В рабочие дни после 19 час. и в праздничные дни . .	16,0	16,1
Автобус		
В рабочие дни до 19 час.	16,25	16,8
В рабочие дни после 19 час. и в праздничные дни .	17,4	17,8
Подземные жел. дороги	24,9	25

Таким образом в Берлине скорость автобуса выше трамвая на 9%, в Ленинграде на 27%.

В Риме скорость трамваев выше, чем скорость автобусов:

Скорость трамвая по расписанию . . . 7,44 миль в час
Скорость автобуса . . . . . 7,13 » »

Эксплоатационная скорость трамвая в Москве характеризуется следующими данными:

Таблица 74

	1932 г.	1933 г.
I квартал	12,81	13,42
II „	14,01	14,43
III „	14,59	14,75
IV „	13,62	13,99

Скорость в Москве выше, чем в Ленинграде, однако разница между летними и зимними месяцами в Москве сказывается еще резче.

Борьба за повышение скорости на ленинградском трамвае даст несомненно скоро свой результат, однако рассчитывать на очень большое увеличение скорости движения нельзя.

Трамвай, как и автобус являются уличными средствами транспорта и скорость их находится в прямой зависимости, при прочих равных условиях, от уличного движения. Перевод трамвая на независимое полотно, повышение дисциплины уличного движения и т. п. мероприятия будут содействовать увеличению скорости сообщения, с другой стороны возростающее автомобильное движение будет влиять на понижение скорости.

Главную роль при этом будут иметь задержки на перекрестках. Сколько-нибудь значительных результатов в деле снижения скорости, вследствие задержек на перекрестках, можно достичь только расположе-

нем пересекающихся путей важнейших узлов в двух уровнях. Но это редставляет весьма сложную техническую и архитектурную задачу.

Стахановское движение, охватившее в конце 1935 г. массы передовых рабочих и колхозников, не могло не сказаться на работе трамвая. Введенная в декабре 1935 г. по наряду эксплоатационная скорость, не отличающаяся от скорости в летнее время была выполнена работниками службы движения без уменьшения регулярности движения и увеличения числа несчастных случаев.

Имея в виду, что рядом технических и организационных мероприятий можно будет в Ленинграде увеличить скорость сообщения на 20%, подобно тому, как это было достигнуто за последние годы в ряде заграничных городов, пробег на важнейших маршрутах трамвая сократится до следующих пределов:

Таблица 75

Маршруты	1934 г.	Проектировка
Маршрут № 18—Политехн. инст.—Порт	1 ч. 17 м.	1 ч. 02 м.
„ № 21—Озерки — Сев. Судостр. верфь им. т. Жданова	1 „ 32 „	1 „ 13 „
„ № 25—Электросила им. Кирова — Политехн. инст.	1 „ 15 „	1 „ 00 „
„ № 28—Стрельна—Стремянная ул. . . .	1 „ 35 „	1 „ 16 „
„ № 29—Стрельна—2-й Елагин мост . . .	1 „ 50 „	1 „ 28 „
„ № 32—Зав. „Большевик“ — Кировский завод	1 „ 30 „	1 „ 12 „

Затраты времени на поездку по указанным направлениям будут составлять не менее двух часов, что, конечно, для бюджета времени трудящегося все же будет очень много.

Так как Стрельна уже в настоящее время является в значительной мере жилым подрайоном Ленинграда, а в ближайшем будущем предполагается усилить это ее значение, то необходимо констатировать, что городской уличный транспорт не в состоянии обслужить с надлежащими скоростями потребность населения окраинных районов Ленинграда во взаимной связи между собою и с центром города.

Наполнение вагонов. Наполнение вагонов характеризует наряду с другими показателями качество обслуживания населения, а также определяет для предприятия экономичность работы вагонов на линии

За последние 8 лет наполнение на ленинградском трамвае характеризуется показателями, указанными в табл. 76 (стр. 193).

В настоящих условиях недостаточного числа вагонов наполнение следует признать чрезмерно высоким, особенно в час максимума достигавшее в 1932 г. 100 чел. на вагон, между тем как вагон рассчитан только на 25—30 мест для сидения.

Ряд проведенных мероприятий по планомерному сдвигу часов начала работ на предприятиях позволил несколько сократить процент пассажиров, приходящихся на час максимума в соответствии с чем, а также и вследствие маневрирования числом вагонов на линии, удалось за последние

Таблица 76

Годы	Наполнение	
	Среднее	В час максимума на максимальном перегоне
1928	24,4	77,2
1929	25,7	77,5
1930	29,1	88,0
1931	32,8	91,5
1932	35,7	99,5
1933	31.7	82,5
1934	28,9	68,0
1935	27,6	—

годы последовательно снизить отношение наполнения в часы максимума на максимальном перегоне к среднему в день в следующей прогрессии по годам

1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
3,16;	3,01;	3,02;	2,80;	2,75;	2,60;	2,35.

Таблица 77

Площадь пола вагона на 1 стоящего пассажира в час максимума при наполнении 100 чел.

	Число мест для сидения	Площадь пола для стояния	Число *кв. м* на 1 стоящего пассажира
Моторный вагон Кировского завода .	23	9,49	0,123 $м^2$
Прицепной вагон „ „ .	23	9,77	0,127 $м^2$

Число *кв. м* площади пола на человека в час максимума в три раза ниже нормы, принятой в американских вагонах для стоящих пассажиров и составляет 60% той нормы, при которой в вагоны германских трамваев прекращается пуск пассажиров из-за переполнения вагона.

Между тем для Ленинграда эта величина представляет собой среднее наполнение за час максимума, в отдельные же моменты пассажиры наполняют вагоны свыше этой нормы.

Такое высокое наполнение наблюдается главным образом на загруженных магистралях: просп. 25 Октября, ул. 3 Июля, Загородный просп.

Снизить наполнение вагонов на этих магистралях путем увеличения количества поездов не представляется возможным, так как пропускная способность магистралей исчерпана.

Выходом из создавшегося положения, учитывая трудность трассировки параллельных разгружающих маршрутов, остается увеличение емкости вагона и поезда.

Регулярность движения. Регулярность движения наряду со скоростью движения — важнейший показатель качества обслуживания пассажира не стояла в ленинградском трамвае до 1934 г. на должной высоте.

За это время регулярность можно характеризовать следующими данными специальных обследований:

Таблица 78

Время обследований	Среднее квадратическое отклонение от интервала	
	в минутах	в %
Ноябрь 1928 г.	3,04	44
Март 1930 г.	4,12	46
Сентябрь 1931 г.	4,11	55
Ноябрь 1931 г.	5,68	77
Март—Апрель 1933 г.	4,98	58

Расписание движения, составляемое с большими трудностями, выполнялось до 1934 г. в очень незначительном проценте. Обследованиями было зарегистрировано 10—15% рейсов, выполняемых по расписанию.

Основной причиной невыполнения расписания являлось долгое время отсутствие заинтересованности в этом вожатых. Введенная в 1934 г. система премирования вожатых за каждый сделанный по расписанию рейс сразу позволила увеличить процент рейсов, выполняемых по расписанию до 60%. В 1935 году процент рейсов выполненных по расписанию составлял уже 75%.

Следующей, не менее важной причиной нерегулярности движения являются случайные задержки движения.

Большинство задержек движения может быть устранено путем улучшения состояния пути подвижного состава.

Большое значение для обеспечения регулярности движения имеет правильно организованная диспетчерская служба. В этом отношении ленинградский трамвай имеет значительные достижения. За последние годы трестом Лентрамвай оборудована специальная телефонная станция для непосредственной связи с линейными работниками. Постепенное воспитание в ей массы линейных работников и охват телефонной связью всех участков сети даст возможность поставить диспетчерское руководство движением на должную техническую высоту.

В конце 1934 г. было ликвидировано наиболее опасное пересечение у Кировского завода. На этом пересечении число задержек трамвая достигало в отдельные дни 80—90. Несмотря на высокую стоимость устройства путепроводов, работы эти должны быть продолжены с целью ликвидации в ближайшее время пересечений у Калашниковской наб., у ст. Автово и др.

Аварийная служба, от которой не менее, чем от диспетчерской станции зависит быстрота ликвидации аварий, не находится еще на должной высоте — отсутсвуют средства скорого сообщения, оборудование недостаточно, квалификация рабочих-аварийщиков не высока, система зарплаты не стимулирует ускорение ликвидации аварий. Устранение всех перечисленных недостатков в аварийной службе, наряду с улучшением работы диспетчерского аппарата позволит быстро проводить необходимые мероприятия по ликвидации аварий и тем самым даст возможность довести, при условии дальнейшего совершенствования системы заработной платы, число сделанных по расписанию рейсов до величины, мало отличающейся от 100%.

Глава VI

ПЕРСПЕКТИВЫ РОСТА ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

ОТПРАВНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЛАНА РАЗВИТИЯ ЛЕНИНГРАДА

26 августа 1935 г. объединенным пленумом Ленинградского Городского Комитета ВКП(б) и Ленинградского Совета была принята резолюция, определяющая основные направления развития Ленинграда.

Число жителей города установлено на перспективу в 3,5 млн.

Дальнейшее развитие города предположено в виде роста существующих районов города в сторону юга.

Все новое жилищное строительство намечено сосредоточить в южных районах города в крупных кварталах площадью в 9—15 *га*.

Северные районы Ленинграда решено ограничить в своем развитии и не допускать в них нового жилищного строительства.

Бывшие царские резиденции намечено использовать для расселения и отдыха рабочего и городского населения, включив часть из них наиболее близко прилегающих к Ленинграду в городскую территорию.

Планировка существующих районов города в основном должна быть сохранена с допущением частичных изменений, вызываемых в каждом отдельном случае местными требованиями транспорта и архитектурного оформления.

Плотность населения предположено постепенно снизить до 400—500 чел. на 1 *га*.

В развернутой после пленума работе комиссии по реконструкции города отправные установки получили необходимые уточнения.

Общая территория городских границ увеличивается до 56,5 тыс. *га* против 31,3 в старых границах. При этом, северные районы уменьшают свою площадь на 7,5 тыс. *га*. Южные районы увеличивают свою площадь на 32,7 тыс. *га*.

Новое жилищное строительство намечено осуществить в количестве 9 000 млн. *кв. м* жилой площади к 1945 г. в южных районах, сосредоточив его преимущественно в районе существующей городской черты.

По предварительным наметкам предположено распределить новую жилую площадь по районам следующим образом:

Кировский район	2 900
Московский район	3 000
Володарский район	3 100
	9 000 *кв. м.*

В связи с этим АПО Ленсовета наметило следующее перераспределение населения по районам города к 1945 г. и на перспективу (в тыс.):

	1935 г.	1945 г.	На перспективу
1. Василеостровский	260	203	80
2. Петроградский	381	314	116
3. Выборгский	277	163	66
4. Октябрьский	435	349	125
5. Центральный	401	321	110
6. Смольнинский	291	252	84
7. Кировский	263	506	950
8. Московский	154	456	1 153
9. Володарский	308	586	816
	2 770	3 150	3 500

Или по укрупненным районам:

1. Северные	918	680	262
2. Центральные	1 127	922	319
3. Южные	725	1 548	2 919
	2 770	3 150	3 500

Прирост и убыль населения в укрупненных районах выразится при этом:

	1945 г.	На перспективу
1. Северные	— 238	— 656
2. Центральные	— 205	— 808
3. Южные	+ 823	+ 2 194

Последние две таблицы, составленные по укрупненным районам, с предельной ясностью говорят о тех больших задачах, которые возникают в связи с проектированием расселения в южных районах Ленинграда свыше двух миллионов новых жителей.

Проблема транспорта при увеличении размеров территории и уменьшении плотности населения в городе с числом жителей в $3^1/_2$ млн. приобретает особо важное значение, так как от правильного разрешения ее в непосредственной зависимости находятся:

1. Производительность труда рабочих, ежедневно пользующихся транспортом для поездок на работу.
2. Правильная организация отдыха населения.
3. Повышение культурного уровня населения через систему культурно-просветительных учреждений.
4. Укрепление здоровья и увеличение средней продолжительности жизни, путем вовлечения всей массы городского населения в занятие физкультурой.
5. Интенсификация общественной деятельности населения.

Осуществление всех перечисленных процессов связано с неизбежным перемещением населения по территории.

Ограниченный бюджет времени трудящихся требует осуществления всех перемещений по территории с минимальной затратой сил, времени и средств.

В современном крупном городе разрешить эту проблему удовлетворительно можно только при условии сочетания работы различных видов транспорта.

Определение роли отдельных видов транспорта и распределения работы между ними требует предварительного построения схемы пассажирских потоков. Работа по проектированию схемы пассажиро-потоков Ленинграда на 1945 г. была выполнена бригадой ЛНИИКХ для комиссии по реконструкции Ленинграда [1].

Схема пассажиро-потоков Ленинграда на 1945 г.

Исходными данными для построения потоков послужили приведенные выше материалы о размещении населения на 1945 г. и материалы обследований, произведенных ЛНИИКХ за годы 1932—1934.

Для построения потоков была сохранена намеченная разбивка города на районы, причем отдельным районам была присвоена следующая нумерация:

[1] Бригада работала под руководством автора в составе аспирантов института А. М. Гвоздева, Е. П. Берхмана и М. С. Фишельсона.

1. Василеостровский.
2. Петроградский.
3. Выборгский.
4. Октябрьский.
5. Центральный.
6. Смольнинский.
7. Кировский до Обводного канала.

Рис. 15.

8. Кировский от Обводного канала до существующей границы.
9. Кировский район за существующей границей.
10. Московский район до существующей границы.
11. Московский район за существующей границей.
12. Володарский район левый берег до Обводного канала.

13. Володарский район левый берег от Обводного канала до существующей границы.

14. Володарский район левый берег за существующей границей.

15. Володарский район—правый берег.

Пассажиро-потоки определялись отдельно для двух основных категорий пассажирских поездок:

а) поездок к месту приложения труда,

б) поездок по культурно-бытовым надобностям.

Поездки к месту приложения труда

Основной фактор, определяющий поездки к месту приложения труда—расселение трудящихся по отношению к местам приложения труда, не был в необходимой мере разработан планировочными и жилищными организациями, вследствие чего разработку этого вопроса пришлось выполнить бригаде, проектировавшей пассажиро-потоки. При определении возможного расселения, прежде всего были отвергнуты оба крайних предположения, а именно:

1) что все трудящиеся, не занятые на работе в тех районах, в которых общее число жителей будет сокращаться, должны быть переселены в соответственные южные районы;

2) что для сохранения существующего расселения по дальности от места работы, все занятые на работе в Кировском, Московском и Володарском районах по мере возведения новой жилплощади, должны полностью освободить квартиры в центральных районах, для перемещения в них трудящихся северных районов.

При составлении таблиц сообщений было предположено, что вновь возводимая жилая площадь, хотя и будет заселяться в первую очередь трудящимися, занятыми на работе в южных районах, но наряду с этим так же будет предоставляться и для трудящихся центральных и северных районов. С другой стороны, значительная часть трудящихся предприятий южных районов останется жить в центральных районах, а некоторая часть даже и в северных районах.

Самодеятельное население по районам города было определено на 1945 г. по следующим данным:

а) по промышленности на основе данных Института экономических исследований;

б) занятые в железнодорожном и водном транспорте, строительстве, учреждениях, ВУЗах и техникумах, на основе имеющихся данных по всему городу, распределения этих групп по районам на 1935 год и намечающегося развертывания строительства в сторону юга;

в) прочее обслуживающее самодеятельное население распределено по районам пропорционально населению.

Для определения числа сообщений между районами при поездках на работу был составлен вариант возможного расселения трудящихся по отношению к месту работы.

При установлении расселения трудящихся в основу были положены следующие соображения:

Для трудящихся северных районов

1. В районах Василеостровском и Петроградском несколько увеличивается абсолютное число живущих из числа работающих в районе при некотором уменьшении их процента в сравнении с 1933 г.

2. В Выборгском районе уменьшается абсолютное число и процент

Таблица 79

Распределение самодеятельного населения по районам места работы на 1945 г.

№ подрайона	Наименование района	Число трудящихся, занятых в районе
1	Василеостровский	176,55
2	Петроградский	196,5
3	Выборгский	232.0
4	Октябрьский	221,85
5	Центральный	176,25
6	Смольнинский	125 9
7	Кировский I	45,15
8	„ II	191,45
9	„ III	77,55
10	Московский I	241,4
11	„ II	6,3
12	Володарский I	47,45
13	„ II	137,75
14	„ III	2,2
15	Правый берег Невы	121,7

живущих из числа работающих в районе. Значительная часть занятых на работе в районе (44 000) расселяется на правом берегу Невы.

3. В районах соседних с каждым из северных районов, при некотором снижении процента живущих сохраняется, а в отдельных случаях даже несколько возрастает абсолютное число живущих из числа работающих в соответствующих северных районах.

4. Рабочие Василеостровского района в числе 21 000 расселяются в Кировском районе и 14 000 в Московском и Володарском районах вместе.

5. Центральные районы, при снижении процента живущих в них трудящихся северных районов, несколько увеличивают их абсолютное число.

Для трудящихся центральных районов

1. Центральные районы, при некотором снижении процента живущих из числа работающих в них, сохраняют на прежнем уровне их абсолютно число.

2. Число трудящихся, живущих в северных районах резко падает при одновременном резком возрастании процента и абсолютного числа живущих в южных районах Московском и Кировском.

Для трудящихся южных районов

1. Резко падает число и процент живущих в северных районах.

2. Резко возрастает процент живущих и работающих в своем районе.

3. Центральные районы сохраняют свое значение для расселения рабочих Кировского, Московского и Володарского районов.

Вариант возможного расселения представлен на таблице 80 в процентах и на таблице 81 в абсолютных числах.

В таблицах 80 и 81 данные по 11 и 14 подрайонам, вследствие незначительной их величины, присоединены соответственно к подрайонам 10 и 13.

Для установления числа пользующихся транспортом были измерены по плану средние расстояния между центрами подрайонов (табл. 82).

Процент пользующихся транспортом определен в зависимости от расстояний сообщений, на основе данных обследований ЛНИИКХ в 1932 г.

Учитывая значительное улучшение обслуживания населения в 1945 г. в сравнении с 1932 г., процент пользующихся транспортом при одних и тех же расстояниях взят в 1945 г. несколько больший, чем в 1932 г.,

Таблица 80

Расселение трудящихся по отношению к месту работы в процентах на 1945 г.

Район работы \ Район жилья	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский I	Кировский II	Кировский III	Московский I	Московский II	Володарский I	Володарский II	Володарский III	Правый берег	Пригороды	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Василеостровский	47	12	1	10	6	3	1	3	8	5	—	1	1	—	1	1	100
2. Петроградский	7	51	3	5	7	7	—	2	2	7	—	1	1	—	4	3	100
3. Выборгский	2	13	30	3	8	9	—	2	2	3	—	2	1	—	19	6	100
4. Октябрьский	5	6	1	33	16	7	2	5	6	11	—	2	1	—	1	4	100
5. Центральный	2	3	2	10	29	13	2	3	4	22	—	2	3	—	2	3	100
6. Смольнинский	2	3	5	6	12	31	2	2	1	11	—	10	5	—	3	7	100
7. Кировский I	1	2	—	18	15	6	10	22	11	8	—	2	1	—	1	3	100
8. „ II	1	1	—	13	7	3	1	43	14	10	—	—	1	—	1	5	100
9. „ III	1	—	—	6	4	2	1	26	41	9	—	1	1	—	1	7	100
10. Московский I	1	3	1	14	7	5	—	7	4	49	—	3	0,5	—	0,5	5	100
11. „ II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Володарский I	—	2	1	5	8	9	1	1	1	10	—	29	13	—	10	10	100
13. „ II	—	1	—	3	4	5	1	1	1	8	—	6	58	—	7	5	100
14. „ III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
15. Правый берег	—	—	3	1	1	1	—	2	1	5	—	8	14	—	61	3	100

Таблица 81

Распределение самодеятельного населения по месту жилья и работы на 1945 г.
(с выделением пригородных пассажиров)

(в тысячах)

Район работы \ Район жилья	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский I	Кировский II	Кировский III	Московский I	Московский II	Володарский I	Володарский II	Володарский III	Правый берег	Пригороды	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Василеостровский	82,3	21,0	1,8	17,5	10,5	5,3	1,8	5,3	14,0	8,8	—	1,8	1,7	—	1,7	1,7	175,2
2. Петроградский	13,8	100,5	5,9	9,8	13,8	13,8	—	3,9	3,9	13,8	—	1,9	2,0	—	7,9	5,9	196,9
3. Выборгский	4,6	30,2	69,6	7,0	18,5	20,9	—	4,6	4,6	6,7	—	4,6	2,3	—	44,1	13,9	231,6
4. Октябрьский	11,1	13,3	2,2	73,3	35,5	15,5	4,4	11,1	13,3	24,4	—	4,4	2,2	—	2,2	8,9	221,8
5. Центральный	3,5	5,3	3,5	17,6	51,0	22,9	3,5	5,2	7,0	38,7	—	3,5	5,3	—	3,5	5,3	175,8
6. Смольнинский	2,5	3,8	6,3	7,6	15,1	39,1	2,5	2,5	1,3	13,8	—	12,6	6,3	—	3,8	8,8	126,0
7. Кировский I	0,5	0,9	—	8,1	6,7	2,7	4,5	9,9	5,0	3,6	—	0,9	0,5	—	0,5	1,4	45,2
8. „ II	1,9	1,9	—	24,8	13,4	5,7	1,9	82,1	26,9	19,1	—	—	1,9	—	1,9	9,6	191,1
9. „ III	0 8	—	—	4,6	3,1	1,5	0,8	20,0	31,5	6,9	—	0,8	0,8	—	0,8	5,4	77,0
10. Московский I	2,5	7,4	2,5	34,7	17.3	12,4	—	17,3	9,9	121,5	—	7,4	1,2	—	1,3	12,4	247,8
11. „ II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Володарский I	—	0,9	0,5	2,4	3,8	4,2	0,5	0,5	0,5	4,7	—	13,7	6,3	—	4,7	4,7	47,4
13. „ II	—	1,4	—	4,2	5,6	7,0	1,4	1,4	1,4	11,2	—	8,9	81,2	—	9,8	7,0	140,5
14. „ III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. Правый берег	—	—	3,7	1,2	1,2	1,2	—	2,4	1,2	6,1	—	9,6	17,1	—	74,4	3,6	121,7
Итого	123,5	186,6	96,0	212,8	195,5	152,2	21,3	166,2	120,5	279,3	—	70,1	128,8	—	156,6	88,6	1998,0

а именно:

	1932 г.	1945 г.
Расстояние 1,5 *км*	33,4	42
2,5 »	53,4	65
3,5 »	80,2	88
4,5 »	92,7	96
5,5 »	95,9	100
6,5 »	97,5	100
7,5 »	98,0	100

На основе этой таблицы и таблицы средних расстояний составлена таблица процентов, пользующихся транспортом для различных сообщений. (табл. 83).

Таблица трудовых поездок в абсолютных числах (табл. 84) была составлена на основе таблиц расселения трудящихся, процента пользующихся транспортом и числа годовых поездок путем умножения числа пользующихся транспортом на количество годовых поездок.

Количество поездок в год к месту работы и обратно было принято в 546, исходя из 273 рабочих дней в году (60 выходных дней, 5 — революционных праздников, 20 дней отпуска, 7 дней временной утраты трудоспособности).

Пригородные пассажиры учтены в соответствии с распределением их по вокзалам прибытия (табл. 85).

Сообщения по трудовым целям между укрупненными районами представлены на таблице 86.

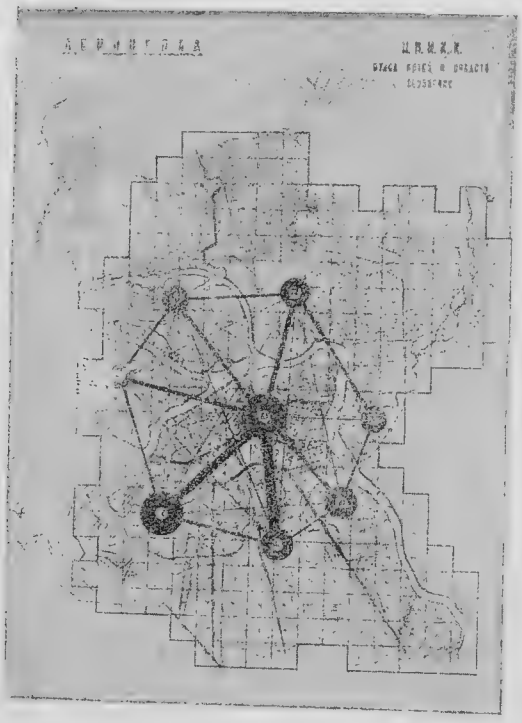


Рис. 16. Сообщения между районами по трудовым целям на 1945 г.

Перемножением числа трудовых сообщений в год на средние расстояния между соответственными районами удалось получить общее число пассажирокилометров при поездках по трудовым целям и установить среднюю дальность одной поездки в 5,1 *км*.

При этом, по отдельным подрайонам места приложения труда, средняя дальность поездки колебалась в следующих пределах:

1. Василеостровский . 4,9
2. Петроградский . . 5,1
3. Выборгский 6,4
4. Октябрьский . . . 5,0
5. Центральный . . . 4,9
6. Смольнинский . . . 4,6
7. Кировский I . . . 4,6
8. Кировский II . . . 4,3
9. Кировский III . . . 6,5
10. Московский I . . . 5,5
11. Московский II . . . 5,8
12. Володарский I . . . 4,9
13. Володарский II . . 4,4
14. Володарский III . 8,2
15. Правый берег Невы 3,7

Общий пассажиро-оборот по трудовым целям определился на 1945 г. в 836 300 000 пассажиров, что при 3 150 тыс. жителей дает в среднем 266 поездок в год на одного жителя.

Таблица 82

Средние расстояния между районами в километрах

Район работы \ Район жилья	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский	Кировский	Кировский	Московский	Московский	Володарский	Володарский	Володарский	Володарский
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Василеостровский	2,2	3,4	7,6	3,4	4,6	6,2	4,4	6,4	10,4	9,0	14,2	6,2	10,8	15,5	12,0
2. Петроградский	3,4	2,2	4,4	5,2	4,8	4,2	6.0	8,0	12,0	9,8	15.0	6,2	10,8	15,5	11,6
3. Выборгский	7,6	4,4	4,0	10 6	5,4	4,0	10,6	14,0	18,0	13,2	18,4	6.6	11,2	16,3	9,4
4. Октябрьский	3,4	5,2	10,6	1,9	3,1	4.5	2,0	4,0	8,0	6,8	12,0	6,6	11,2	15,9	11,0
5. Центральный	4,6	4,8	5,4	3,1	1,5	1,3	4,6	6,6	10,6	6.4	11,6	1,6	6,2	10,9	8,4
6. Смольнинский	6,2	4,2	4,0	4,5	1,3	1.9	6,4	8,4	12,4	8,0	13.2	2,6	7,2	11,9	7.2
7. Кировский	4,4	6,0	10,6	2,0	4,6	6,4	1,0	2,0	6,0	6,6	11,8	5,6	10,2	14,9	11,2
8. „	6,4	8,0	14,0	4,0	6,6	8,4	2,0	2,5	4,0	4,2	9,4	8.8	13,4	18,1	10,0
9. „	10,4	12,0	18,0	8,0	10,6	12,4	6,0	4,0	5,2	7,0	12,2	16,4	12,1	13,2	14,6
10. Московский	9.0	9,8	13,2	6,8	6,4	8,0	6,6	4,2	7.0	2.7	5,2	6,0	4,2	8,9	6,6
11. „	14,2	15,0	18,4	12,0	11,6	13,2	11,8	9,4	12,2	5,2	4,8	11,2	10,4	10,4	11,6
12. Володарский	6,2	6,2	6,6	6,6	1,6	2,6	5,6	8,8	16.4	6,0	11.2	1,2	4,6	9,3	6,6
13. „	10,8	10,8	11,0	11,2	6,2	7,2	10,2	13,4	12,1	4,2	10,4	4,6	2,5	4,7	3,1
14. „	20,0	20,0	20,0	16,0	15,5	16,4	16,4	15,6	15,6	12,0	8,0	14,4	9,6	3,2	12,0
15. „	12,0	11,6	9,4	11,0	8,4	7,2	11,2	10.0	14,6	6,6	11,6	6,6	3.1	8,6	2,7

Процент пользующихся транспортом

Таблица 83

№№ районов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	50	87	100	87	97	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100
2	87	55	92	100	97	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	92	70	100	98	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	87	100	100	45	70	96	50	92	100	100	100	100	100	100	100
5	97	97	98	70	40	35	97	100	100	100	100	45	100	100	100
6	100	95	92	96	35	45	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	95	100	100	50	97	100	20	50	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	92	100	100	50	50	85	94	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100	85	75	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100	94	100	55	95	100	94	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	75	100	100	100	100
12	100	100	100	100	67	100	100	100	100	100	100	30	95	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94	100	95	60	98	76
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	70	100
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	76	100	60

Таблица 84

Трудовые поездки на 1945 г., с распределением пригородных пассажиров по вокзалам (в млн.)

Место посадки / Место высадки	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский	Кировский	Кировский	Московский	Московский	Володарск.	Володарск.	Володарск.	Володарск.	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Василеостровский	22,5	10,0	1,1	8,8	5,7	2,9	1,0	2,9	7,6	4,8	—	0,9	0,9	—	0,9	70,0
2. Петроградский	6,6	30,2	4,9	6,5	7,4	7,2	—	2,1	2,1	7,5	—	1,0	1,1	—	4,3	80,9
3. Выборгский	2,5	15.2	32,0	5,7	10,2	10,5	—	2,5	2,5	3,7	—	2,5	1,3	—	24,1	112,7
4. Октябрьский	5,3	7,3	1,8	21,9	14,0	8,1	1,2	5,6	7,3	13,3	—	2,4	1,2	—	1,2	90,6
5. Центральный	1,8	2,8	2,6	7,1	11.2	4,4	1,9	2,8	3,8	21,1	—	0,9	2,9	—	1,9	65,2
6. Смольнинский	1,4	2,0	4,7	6,9	3,3	9,6	1,4	1,4	0,7	7,5	—	4,6	3,4	—	2,1	49,0
7. Кировский	0,3	0,5	—	2,4	3,5	1.5	1,1	2,7	2,7	2,0	—	0,5	0,3	—	0,3	17,8
8. „	1,0	1.0	—	13,2	7,3	3,1	0,9	30,9	13,1	9,8	—	—	1,0	—	1,0	82,3
9. „	0,4	—	—	3,1	1,7	0,8	0,4	9,9	14,6	3,8	—	0,4	0,4	—	0,4	35,9
10. Московский	1,4	4,0	1,6	19,7	9,4	6,8	0,6	9,2	5,7	41,1	—	4,0	0,6	—	0,7	104,8
11. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Володарский	—	0,5	0,8	2,9	1,9	2,3	0,3	0,3	0,3	2,5	—	2,2	3,2	—	2,6	19,8
13. „	—	0,8	0,4	3,6	3,3	3,8	0.8	0,8	0,8	5,7	—	4,4	30,7	—	4,1	59,2
14. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. „	—	—	2	0,9	0,7	0,7	—	1,3	0,7	3,6	—	5,2	7,1	—	25,9	48,1
Итого	43,2	74,3	51,9	102,7	79,6	61,7	9,6	72,4	61,9	126,4	—	29,0	54,1	—	69,5	836,3

Таблица 85

Распределение пригородных пассажиров, прибывающих на работу в Ленинград по месту посадки и высадки на внутригородском транспорте на 1945 г. (в млн.)

Место посадки / Место высадки	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский	Кировский	Кировский	Московский	Московский	Володарский	Володарский	Володарский	Володарский	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Василеостровский	—	—	0,2	0,5	0,1	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9
2. Петроградский	—	—	2,0	1,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,2
3. Выборгский	—	—	5,4	1,9	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,6
4. Октябрьский	—	—	0,6	3,9	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,9
5. Центральный	—	—	0,7	1,9	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,9
6. Смольнинский	—	—	1,5	2,9	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,8
7. Кировский	—	—	—	0,2	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8
8. „	—	—	—	0,8	—	—	0,4	4,0	—	—	—	—	—	—	—	5,2
9. „	—	—	—	0,6	—	—	—	0,6	1,7	—	—	—	—	—	—	2,9
10. Московский	—	—	0,2	0,8	—	—	0,6	0,3	0,3	4,6	—	—	—	—	—	6,8
11. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Володарский	—	—	0,5	1,6	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,6
13. „	—	—	0,4	1,3	0,2	—	—	—	—	—	—	—	1,9	—	—	3,8
14. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. „	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	—	0,3	—	—	—	1,5	2,0

Таблица 86

Трудовые поездки на 1945 г. с распределением пригородных пассажиров по вокзалам по укрупненным районам (в млн.)

Район посадки / Район высадки	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Центральный	Кировский	Московский	Володарск. левый	Володарск. правый	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Василеостровский . .	22,5	10,0	1,1	17,4	11,5	4,8	1,8	0,9	70,0
2. Петроградский	6,6	30,2	4,9	21,1	4,2	7,5	2,1	4,3	80,9
3. Выборгский	2,5	15,2	32,0	26,4	5,0	3,7	3,8	24,1	112,7
4. Центральный	8,5	12,1	9,1	86,5	26,1	41,9	15,4	5,2	204,8
5. Кировский	1,7	1,5	—	36,6	76,3	15,6	2,6	1,7	136,0
6. Московский	1,4	4,0	1,6	35,9	15,5	41,1	4,6	0,7	104,8
7. Володарский левый .	—	1,3	1,2	17,8	3,3	8,2	40,5	6,7	79.0
8. „ правый .	—	—	2	2,3	2,0	3.6	12.3	25,9	48,1
Итого	43,2	74,3	51,9	244,0	143,9	126,4	83,1	69,5	836.3

Культурно-бытовые поездки

Отсутствие к моменту разработки пассажиро-потоков данных о числе емкости и размещении по территории учреждений культурно-бытового обслуживания общегородского значения не позволило применить тот же метод планирования пассажиро-потоков, который был применен при определении трудовых поездок. Потоки по культурно-бытовым целям были построены путем распределения по районам общего пассажиро-оборота по этим целям, определенного Ленпланом в 935 млн. пассажиров.

Общий внутригородской пассажиро-оборот городских жителей распределен по отдельным районам пропорционально числу жителей.

Для составления таблицы сообщений между районами составлена вспомогательная таблица распределения пассажиро-оборота по направлениям в процентах (табл. 87).

В основу распределения культурно-бытовых поездок по направлениям были положены следующие принципы:

1. Центральные районы сохраняют к 1945 г. свое значение как районы сосредоточения культурно-бытовых учреждений государственного и общегородского значения.

2. Наряду с этим развиваются районные центры культурно-бытового обслуживания, особенно в Кировском, Московском и Володарском районах (примерное расположение этих центров намечается на параллели Электросилы).

3. Кировские острова с развитием районных парков Культуры и Отдыха и улучшением связи с Петергофом, Детским селом и другими южными пригородными местами отдыха несколько теряют свое значение как места отдыха. Однако, наличие стадиона им. Ленина, КИМа, Динамо и открытие вновь строящегося стадиона на Кировских островах должны не только сохранить, но даже и увеличить поездки по целям физкультуры в северо-восточный сектор Ленинграда.

4. Поездки по культурно-бытовым целям при прочих равных условиях снижаются с увеличением расстояния и ухудшением транспортной связи.

5. Вокзалы остаются в тех же районах, как и сейчас, наряду с чем на пригородных линиях в пределах города устраиваются промежуточные остановки.

На основе распределения по указанным принципам пассажиров, едущих по культурно-бытовым целям в процентах была составлена таблица сообщений по тем же целям в абсолютных числах для пригородных пассажиров (табл. 88) и для всех пассажиров (табл. 89).

Таблица 87

Культурно-бытовые поездки на 1945 г. Распределение по городу пассажиров жел.-дор. транспорта (в млн.)

Место посадки \ Место высадки		Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский	Кировский	Кировский	Московский	Московский	Володарский	Володарский	Володарский	Володарский	Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Василеостровский	а)	—	—	0,2	0,5	0,2	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1
	б)	0,5	0,4	0,2	0,3	2,0	0,1	—	0,2	—	0,1	—	—	0,1	—	0,1	4
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Петроградский	а)	—	—	0,3	0,8	0,3	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6
	б)	0,4	0,5	0,3	0,2	2,0	0,2	—	0,1	—	0,1	—	—	0,1	—	0,1	4
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Выборгский	а)	—	—	0,4	0,2	0,1	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8
	б)	0,1	0,3	0,5	0,1	1,4	0,2	—	—	—	0,1	—	—	0,1	—	0,2	3
	в)	0,1	0,3	0,5	0,3	5,0	0,1	—	0,1	—	0,3	—	0,1	0,2	—	0,3	7,3
4. Октябрьский	а)	—	—	0,2	0,2	0,1	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9
	б)	0,5	0,5	0,5	1,0	3,0	0,5	—	0,5	—	0,5	—	—	—	—	—	7
	в)	2,0	3,0	1,0	4,0	18	1,2	0,5	1,0	—	0,5	—	0,5	1,0	—	1,0	33,7
5. Центральный	а)	—	—	0,4	0,7	0,3	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7
	б)	1	1	1	3	12	2	—	1	—	1	—	—	1	—	1	2,4
	в)	0,3	0,3	0,3	0,5	5	0,5	—	0,3	—	0,2	—	0,2	0,3	—	0,1	8,0
6. Смольнинский	а)	—	—	0,3	0,5	0,2	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3
	б)	0,3	0,3	0,3	0,4	3,0	0,3	—	0,1	—	0,1	—	—	0,1	—	0,1	5
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Кировский	а)	—	—	—	0,1	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
	б)	0,1	0,1	—	0,1	0,5	0,1	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	1,0
	в)	0,1	0,1	—	0,8	3,0	0,1	0,1	0,5	—	0,1	—	—	0,1	—	0,1	5,0
8. „	а)	—	—	0,1	0,4	0,1	—	0,6	0,7	—	—	—	—	—	—	—	1,4
	б)	0,2	0,2	0,1	0,3	1,5	0,1	0,1	0,2	—	0,1	—	—	0,1	—	0,1	3,0
	в)	—	—	—	—	—	—	—	3,0	—	2,0	—	—	1	—	—	6,0
9. „	а)	—	—	—	0,3	0,1	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
	б)	0,1	—	—	0,2	0,4	—	0,1	0,1	—	0,1	—	—	—	—	—	1,0
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. Московский	а)	—	—	0,5	0,5	0,3	—	0,4	—	—	0,7	—	—	—	—	—	2,4
	б)	0,1	0,1	0,1	0,5	1,4	0,1	0,2	0,1	—	0,2	—	—	0,1	—	0,1	3,0
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. „	а)	—	—	—	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03
	б)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Володарский	а)	—	—	0,1	0,2	0,2	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6
	б)	—	—	0,1	0,1	0,6	0,1	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—	1,0
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. „	а)	—	—	0,1	0,1	0,1	—	0,1	—	—	—	—	—	0,1	—	—	0,5
	б)	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	—	—	0,2	—	0,2	—	—	0,1	—	0,1	2,0
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. „	а)	—	—	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01
	б)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. „	а)	—	—	0,1	0,3	0,3	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8
	б)	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	—	—	0,1	—	0,1	—	—	0,2	—	0,2	2,0
	в)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание: а) Уезжающие из города в пригород. б) Дальние пассажиры. в) Приезжающие из пригородов.

Распределение культурно-бытовых поездок по направлениям на 1945 г. (в процентах)

Таблица 88

Район посадки \ Район высадки	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский	Кировский	Кировский	Московский	Московский	Володарский	Володарский	Володарский	Володарский	Пригороды	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Василеостровский	48	8	4	7	18	3	1	2	2	2	—	1	1	—	1	2	100
2. Петроградский	5	50	6	5	18	5	2	1	1	2	—	1	1	—	1	2	100
3. Выборгский	2	8	45	3	20	7	1	1	1	1	—	3	2	—	4	2	100
4. Октябрьский	3	5	2	38	29	6	3	2	4	4	—	1	1	—	1	1	100
5. Центральный	4	8	4	13	43	8	3	2	3	5	—	2	2	—	1	2	100
6. Смольнинский	2	6	5	6	33	21	3	2	2	4	—	5	5	—	4	2	100
7. Кировский	2	3	2	9	20	5	6	38	6	4	—	1	1	—	1	2	100
8. „	2	3	2	7	15	4	4	41	10	6	—	2	1	—	1	2	100
9. „	1	2	1	5	13	3	3	38	24	6	—	1	1	—	1	1	100
10. Московский	2	3	1	5	18	6	2	6	5	44	—	2	3	—	1	2	100
11. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Володарский	2	4	3	3	25	8	1	2	3	7	—	10	26	—	4	2	100
13. „	1	2	2	3	17	5	1	1	3	8	—	8	41	—	7	1	100
14. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. „	2	2	6	2	18	7	1	1	2	4	—	5	31	—	18	1	100

Таблица 89

Культурно-бытовые поездки на 1945 г. с распределением пригородных пассажиров по вокзалам прибытия (в млн.)

Место посадки \ Место высадки	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Октябрьский	Центральный	Смольнинский	Кировский	Кировский	Кировский	Московский	Московский	Володарский	Володарский	Володарский	Володарский	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Василеостровский	25 89	4,63	2,52	4,50	11,72	1,69	0,73	1,26	1,06	1,16	—	0,53	0,63	—	0,63	56,95
2. Петроградский	4,39	40,38	5,39	4,99	16,65	4,19	1,79	0,90	0,80	1,69	—	0,90	0,80	—	0,90	83,77
3. Выборгский	1,01	3,86	19,71	1,82	14,64	3,15	0,51	0,51	0,41	0,81	—	1,32	1,11	—	2,13	50,99
4. Октябрьский	5,21	8,02	3,51	39,53	47,30	7,12	3,61	3,31	3,62	4,62	—	1,40	1,90	—	1,90	131,05
5. Центральный	4,65	8,01	5,05	15,10	53,35	9,21	2,81	2,98	2,51	5 39	—	1.88	2,98	—	1,94	115,86
6. Смольнинский	1,60	4,21	3 86	4,81	24,69	13,98	2,25	1,40	1,30	2,70	—	3,26	3,36	—	2,70	70,12
7. Кировский	0,38	0,47	0,18	1,81	5,28	0,65	0,74	4,0	0,54	0,46	—	0,09	0,19	—	0,19	14,98
8. „	1,62	2,32	1,62	5,65	12,22	2,93	3,53	32,94	7,08	6,35	—	1,42	1,81	—	0,81	80,30
9. „	0,61	1,03	0,51	3,06	7,17	1,54	1,74	19,57	12,31	3,18	—	0,51	0,51	—	0,51	52,25
10. Московский	2,48	3,66	1,79	6,97	23,09	7,23	2,98	7,23	5,94	53,19	—	2,38	3,66	—	1,29	121.89
11. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Володарский	0.60	1,20	1,10	1,20	8,34	2,52	0,40	0,60	0,90	2,21	—	3,01	7,84	—	1,20	31,12
13. „	0,64	1,19	1,29	1.84	10,39	2,73	0,64	0,74	1,64	4,56	—	4,36	22,57	—	3,92	56,51
14. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. „	1,43	1,43	4,20	1,73	13,31	4,68	0,77	0,77	1,33	2,78	—	3,34	20,90	—	12,21	68,88

Сообщения по культурно-бытовым целям между укрупненными районами представлены на табл. 90.

Таблица 90

Культурно-бытовые поездки на 1945 г. по укрупненным районам (в млн.)

Район посадки \ Район высадки	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Центральный	Кировский	Московский	Володарск. левый	Володарск. правый	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Василеостровский . .	25,89	4,63	2,52	17,91	3,05	1,16	1,16	0,63	56,95
2. Петроградский	4,39	40,38	5,39	25,83	3,49	1,69	1,70	0,90	83,77
3. Выборгский	1,01	3,86	19,71	19,61	1,43	0,81	2,43	2,13	50,99
4. Центральный	11,46	20,24	12,42	215,09	23,79	12,71	14,78	6,54	317,03
5. Кировский	2,61	3,82	2,31	40,31	82,45	9,99	4,53	1,51	147,53
6. Московский	2,48	3,66	1,79	37,29	16,15	53,19	6,04	1,29	121,89
7. Володарский левый .	1,24	2,39	2,39	27,02	4,92	6,77	37,78	6,12	87,63
8. „ правый .	1,43	1,43	4,20	19,72	2,87	2,78	24,24	12,81	68,88
Итого	50,51	80,41	50,73	402,78	138,15	89,10	92,66	30,33	934,67

Перемножением числа поездок по культурно-бытовым целям на среднее расстояние между районами было определено общее число пассажиро-километров при поездках по этим целям и установлена средняя дальность поездки в 4,7 *км*.

По отдельным районам жилья средняя длина поездки по культурно-бытовым целям колеблется следующим образом:

1. Василеостровский . . .	4,0
2. Петроградский	3,9
3. Выборгский	5,8
4. Октябрьский	3,7
5. Центральный	3,0
6. Смольнинский	3,3
7. Кировский I	4,2
8. » II	5,2
9. » III	7,5
10. Московский I	5,8
11. » II	9,1
12. Володарский I	3,7
13. » II	5,7
14. » III	11,8
15. Правый берег Невы . .	6,6

Общий пассажиро-оборот и пассажиро-потоки были определены путем суммирования таблиц сообщений по трудовым и культурно-бытовым целям.

Ниже представлен общий пассажиро-обмен по укрупненным районам в виде шахматной таблицы (табл. 91) и косой таблицы (табл. 92).

Среднее число поездок на жителя в год 560. Средняя длина поездки 4,9 *км*. На рис. 17 и 18 сопоставлены две схемы пассажиро-обмена между районами. Первая схема построена по данным фактического обследования Лентрамвая, вторая по приведенному расчету на перспективу.

Таблица 91

Общий пассажиро-обмен между районами на 1945 г. по укрупненным районам (в млн.)

	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Центральный	Кировский	Московский	Володарск. левый	Володарск. правый	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Василеостровский . .	48,39	11,23	5,02	26,41	4,75	2,56	1,16	0,63	100,15
2. Петроградский	14,39	70,58	20,59	37,93	4,99	5,69	3,0	0,90	158.07
3. Выборгский	2,11	8,76	51,71	28,71	1,43	2,41	3,63	4,13	102,89
4. Центральный	28,86	41,34	38,82	301,59	60,39	48,61	32,58	8,84	561,03
5. Кировский	14,11	8,02	7,31	66,41	158,75	25,49	7,83	3,51	291,43
6. Московский	7,28	11,16	5,49	79,19	31,75	94,29	14,24	4,89	248,29
7. Володарский левый .	3,04	4,49	6,19	42,42	7,52	11,37	78,28	17,42	170,73
8. „ правый .	2,33	5,73	28,3	24,92	4,57	3,48	30,94	38,11	138,38
Итого	120,51	161,31	163,43	607,58	274,15	193,90	171,66	78,43	1 770,97

Таблица 92

Общий пассажиро-обмен на 1945 г. по укрупненным районам (в млн.)

(косая таблица)

	Василеостровский	Петроградский	Выборгский	Центральный	Кировский	Московский	Володарск. левый	Володарск. правый
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Василеостровский . . .	48,39							
2. Петроградский	25,62	70,58						
3. Выборгский	7,13	29,35	51,71					
4. Центральный	55,27	79,27	67,53	301,59				
5. Кировский	18,86	13,01	8,74	126,80	158,75			
6. Московский	9,84	16,85	7,90	127,80	57,24	94,29		
7. Володарскийлевый	4,20	7,49	9,82	75,00	15,35	25,61	78,28	
8. „ правый	2,96	6,63	32,43	33,76	8,08	8,37	48,36	38,11
Итого	172,27	223,18	178,13	664,95	239,42	128,27	126,64	38,11

Рис. 17. Общий пассажиро-обмен по данным Лентрамвая на 1933 г.

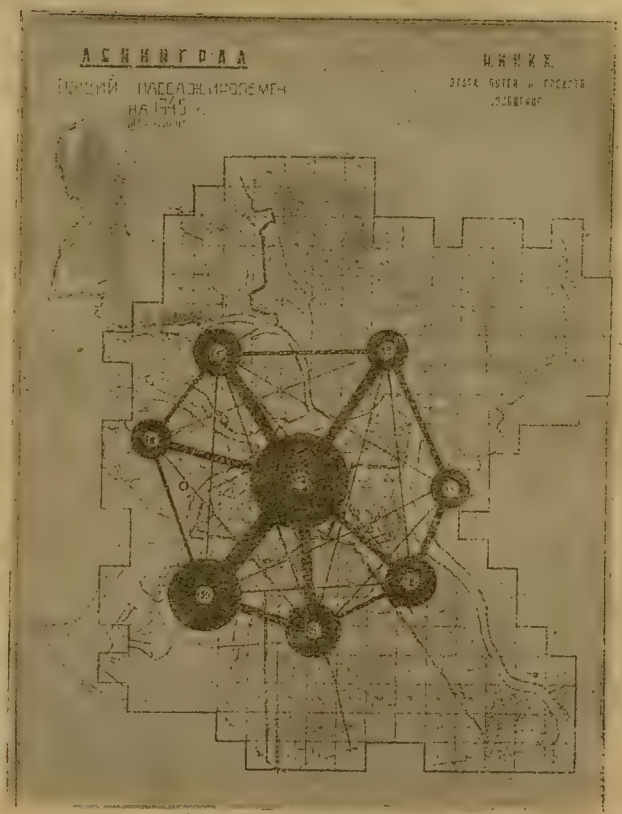


Рис. 18. Общий пассажиро-обмен на 1945 г. I вариант.

Второй вариант пассажиро-потоков (рис. 19) разработан в предположении сохранения того же варианта расселения по отношению к месту приложения труда, какое было принято в первом варианте.

При распределении культурно-бытовых поездок учтено предположение о значительном развитии второго общегородского центра в Московском районе между заводом Электросила и Средней Рогаткой.

Соответственно перераспределены культурно-бытовые поездки по направлениям в процентах, причем тяготение к Московскому району принято:

а) для южных районов в два раза более, чем к старому центру.

б) для центральных районов в три раза более, чем в первом варианте.

в) для северных районов в 1,5—2 раза более, чем в первом варианте.

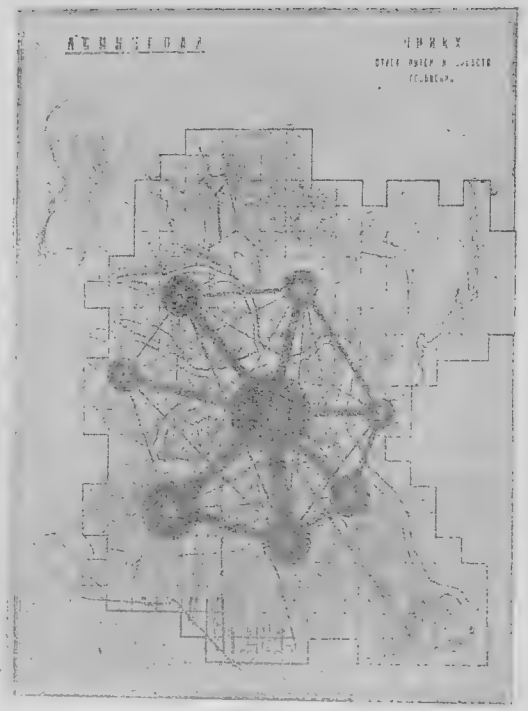


Рис. 19. Общий пассажиро-обмен на 1945 г. II вариант.

Глава VII

ЗАДАЧИ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА ЛЕНИНГРАДА

Приведенные выше расчеты пассажиро-оборота и пассажиро-потоков на 1945 г. показывают рост пассажиро-оборота с 1 234 млн. (в 1934 г.) до 1 771 (в 1945 г.) или на 30%, наряду с ростом средней длины поездки на 25%, т. е. увеличение работы пассажирского транспорта приблизительно на 60%. Дальнейшее, за пределами 1945 г., уменьшение плотности населения вызовет еще большее увеличение средней длины поездки. При этом трудящиеся, занятые на предприятиях, расположенных в северных районах города в значительной своей массе будут расселены в южных районах города, находящихся на расстояниях значительно превышающих приведенную среднюю длину поездки.

Создание при такой ситуации надлежащих условий обслуживания населения транспортом, соответственно требованиям, предъявляемым к социалистическому городу, настойчиво выдвигает как первоочередную задачу—проблему скоростного транспорта.

Использование для этой цели одного из находящихся в данное время в эксплоатации средств транспорта не может дать значительного эффекта в деле повышения скорости, не столько вследствие конструктивных недостатков подвижного состава, которые легко могут быть преодолены, сколько вследствие невозможности, в условиях городского уличного движения, допускать высокие скорости, угрожающие безопасности движения.

Если даже исключить полностью возможные случаи появления пешеходов на проезжей части, поворота автомобилей и выездов из кварталов на перегонах улиц между перекрестками, все же скорость уличного транспорта будет ограничена сравнительно частыми расстояниями между перекрестками—500—600 *м*, избежать которых на городских магистралях нельзя, вследствие огромного ущерба, который приносит раздвижка перекрестков для поперечного движения.

Таким образом, единственно возможной и реально обеспечивающей действительное повышение скорости движения может быть только организация внеуличных сообщений.

Независимо от реальной возможности, вследствие высокой стоимости сооружений, осуществления в пределах ближайших десяти лет строительства широкой сети внеуличных путей сообщения, принципиально вопрос о необходимости их устройства и основных направлений трасс должен быть решен немедленно. Это необходимо потому, что мощные магистрали внеуличных сообщений хотя и определяются в основном соответственным размещением отдельных элементов города, с другой стороны и сами в значительной мере влияют на размещение этих элементов.

В Ленинграде могут иметь место следующие виды внеуличных путей сообщения:

1. Большескоростные электрические железные дороги (метрополитен).
2. Автострады—дороги для большескоростного автомобильного движения.
3. Глубокие вводы линий магистральных железных дорог.

Первоочередными, в связи с предполагаемой застройкой южных районов, являются следующие пять радиальных направлений:

а) вдоль улицы Стачек и далее, как ее продолжение в район Стрельны;

б) вдоль Международного проспекта;

в) вдоль Шлиссельбургского проспекта;

г) вдоль улицы Дзержинского и далее вдоль Витебской линии;

д) по правому берегу Невы.

Эти радиусы должны быть продолжены через существующий центр города с образованием в местах пересечений пересадочных станций для пассажиров, следующих через существующие центральные районы в различных направлениях.

Имеющиеся в южных районах глубокие вводы железных дорог могли бы быть использованы как внутригородские скоростные линии только при условии выделения для этой цели специальной колеи, так как совмещение на одной колее пригородного движения дальних зон и внутригородского совершенно нецелесообразно по той же причине разных требований к расстояниям между остановками, а вследствие этого и различных скоростей движения даже при одном и том же подвижном составе.

Тем не менее наличие в южных районах радиальных линий железных дорог говорит о целесообразности комбинаций этих направлений с направлениями внеуличных радиальных городских сообщений и требует резервирования соответствующих полос территории как для радиальных автострад, так и для линий городских железных дорог большой скорости. Такое решение вопроса ведет к минимуму затрат на устройство большескоростных сообщений в южном секторе города, приближая тем самым срок их осуществления.

Вторым не менее важным вопросом транспорта на ближайшие годы, при преимущественном развитии города на юг, является обеспечение отсутствующей в настоящие время связи южных районов города между собой в экваториальном направлении.

Особые трудности трассы экваториальных магистралей городского транспорта заключаются в неизбежности сооружения целого ряда дорогостоящих сооружений для расплетения в разные уровни пересечений с железнодорожными линиями.

Вынос из переделов этих районов технических и сортировочных станций железных дорог, хотя и облегчит несколько разрешение этой задачи, все же не устранит полностью трудностей пересечения уличных магистралей с железнодорожными линиями.

Наряду с линиями железных дорог южные экваториальные магистрали должны будут пересекать важнейшие радиальные уличные магистрали, значение которых для транзитного движения возрастет, при общем движении города на юг, во много раз.

Требования скорости и безопасности движения в современных условиях развития техники выдвигают вопрос о расплетении уровней также и на пересечениях радиальных уличных магистралей с кольцевыми.

Большое количество пересечений в разных уровнях кольцевых магистралей с радиальными и железнодорожными путями, во избежание пилообразного профиля, заставляет поставить вопрос о целесообразности проектирования этих линий на всем протяжении, как внеуличных дорог большой скорости.

Основные направления этих автострад могут быть намечены следующие:

1) с выходом к Володарскому мосту,
2) с выходом к Неве у завода имени Ленина,
3) с выходом к Неве на 1,5—2 *км* выше Володарского моста.

Несмотря на возможное строительство внеуличных путей сообщения и широкое развитие безрельсовых средств транспорта, преимущественное значение во внутригородских пассажирских перевозках в течение ближайшего десятилетия, по-прежнему, сохранит за собой трамвай.

Недостаточная и неравномерная обслуженность трамвайными линиями уже заселенной территории города, наряду с предполагаемым широким строительством жилищ в южных районах города, ставит перед трамваем задачи дальнейшего значительного развития сети новых линий.

Наряду с этим, снижение пропускной способности центральных магистралей из-за частых пересечений и разнообразия транспортных средств по ним следующих, заставляет сдерживать развитие новых линий в центре города, а в отдельных случаях итти по примеру Москвы на снятие уже существующих линий.

Правильное решение вопроса дальнейшего развития сети различных средств городского транспорта требует немедленной комплексной проработки этого вопроса с учетом возможного развития сети внеуличных путей.

Наряду с сохранением своего преимущественного значения, трамвай постепенно будет снижать свое удельное значение во внутригородских пассажирских перевозках в связи с введением новых средств транспорта—большескоростных электрических дорог и троллейбуса, а также дальнейшим широким развитием автобусного транспорта, расширением сферы обслуживания водного транспорта и развитием таксо-моторного хозяйства.

В ближайшие годы новое строительство трамвайных путей должно быть направлено на устройство линий в районах нового жилищного строительства, для кратчайших междурайонных сообщений в обход центра и загруженных узлов и реконструкцию трамвайной сети в центральных районах города, с целью разгрузки перегруженных движением трамвайный линий и узлов.

Однако, основная задача трамвая—увеличение провозной способности на отдельных перегруженных направлениях не может быть решена полно-

стью проведением параллельных разгружающих линий, так как создание новых параллельных линий вызовет увеличение числа трамвайных узлов, являющихся наиболее слабыми местами магистральной сети улиц с точки зрения пропускной способности и будет служить препятствием для нормальной работы безрельсовых средств передвижения, понижая их скорость и провозную способность.

Поэтому в интересах увеличения провозной способности внимание должно быть сконцентрировано также на увеличении емкости вагона и поезда, ускорении движения и повышении технической скорости.

Трамвайный парк должен усилить свой состав за счет ускорения темпов пополнения его новыми четырехосными вагонами большой емкости.

В целях увеличения скорости трамвая на вновь осуществляемых в первом уровне магистралях южных районов должны предусматриваться полосы достаточной ширины для выделения трамвая на независимое полотно.

Автобусный транспорт в связи с организацией мощной производственной базы получит наибольшие темпы в своем развитии в ближайшие годы. Однако, вследствие значительного разрыва в тарифах между трамваем и автобусом приходится опасаться недогрузки последнего. Поэтому основной задачей, обеспечивающей быстрые темпы развития автобусного транспорта, является снижение себестоимости перевозок. Ускорение перехода от булыжного замощения к усовершенствованным покрытиям является при решении этой задачи основным фактором, удешевляющим эксплоатацию.

Троллейбус в ближайшие годы как новый вид транспорта не сможет получить сколько-нибудь заметного значения в общегородских перевозках. Тем не менее, соединение в нем преимуществ трамвая и автобуса заставляет всемерно содействовать развитию производственной базы с тем, чтобы к концу десятилетия троллейбус заменил автобус на линиях с достаточной интенсивностью движения, обеспечивающей целесообразность затрат на подвеску воздушных проводов и трамвай на линиях со сравнительно малой интенсивностью движения.

Большое распространение троллейбус должен получить в первые годы его внедрения на вылетных линиях, исключающих наиболее слабые места его—пересечение воздушной сети с сетью трамвая.

Водный транспорт, несмотря на весьма развитую сеть водных протоков не сможет играть сколько-нибудь значительной роли во внутригородских пассажирских перевозках, прежде всего, вследствие сезонности работы, а также вследствие ограниченности жилых массивов, примыкающих к береговой полосе и сравнительной с сухопутными средствами транспорта трудности посадки и малой скорости движения.

Тем не менее, существующий пассажиро-оборот на водных путях должен возрасти в несколько раз, главным образом, для обслуживания летних мест отдыха.

Стоящие перед ленинградским транспортом большие задачи развития и реконструкции выдвигают не меньшей важности задачи и перед научно-исследовательской работой в области городского транспорта.

В основном эти задачи сводятся к следующему:

По организации транспорта

Разработка методов учета и планирования пассажиро-оборота, его структуры и пассажиро-потоков.

Определение сравнительной эффективности отдельных видов транспорта и разработка принципов, определяющих наилучшее сочетание их работы.

Разработка методов планирования строительства и реконструкции линий и маршрутов отдельных видов транспорта.

По взаимодействию транспорта и дороги

Изучение взаимодействия транспорта и дороги, путем установления наблюдений за износом дорожных покрытий и рельсового пути, с одной стороны и средств транспорта, с другой.

По дорожному хозяйству и строительству

Разработка рациональных конструкций дорожных покрытий и рельсовых путей и оснований для них, с учетом местных особенностей Ленинграда и максимального использования местных строительных материалов.

Стандартизация типов покрытий, рельсов, материалов, машин, инструментов и т. п.

Разработка методов рациональной организации производства и механизации дорожных работ.

Определение сравнительной эффективности капиталовложений при устройстве различных типов дорог и разработка методов выбора типа дорог.

Разработка методов организации ремонта и содержания городских мостовых покровов и рельсовых путей.

По строительству и эксплоатации транспортных средств

Стандартизация основных типов, размеров и отдельных элементов подвижного состава.

Борьба с шумом, производимым движущимся транспортом.

Автоматизация оборудования подвижного состава.

Применение легких металлов, высококачественных и нержавеющих сталей в вагонах трамвая и кузовах автобусов.

Организация ремонта и содержания подвижного состава трамвая и автомобильного транспорта.

Рационализация энергоснабжения—размещение, планировка, оборудование и автоматизация работы трамвайных подстанций; снабжение топливом автотранспорта.

Организация движения — методы увеличения скорости сообщения, организация диспетчерского командования, увеличение пропускной способности узлов, введение бескондукторных вагонов, охрана безопасности движения.

Вопросы использования водных путей Ленинграда для пассажирских перевозок—применение усовершенствованных видов тяги на реках и каналах Ленинграда, выбор типа судов, снижение себестоимости перевозок.

Изучение вопросов о строительстве внеуличных путей в Ленинграде.

Изучение гидрологических условий, методов изоляции тоннелей в условиях ленинградских грунтов, защиты тоннелей от наводнений.

II

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ТРАМВАЙНОМ ХОЗЯЙСТВЕ [1]

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
проф. Я. Д. ЩУПАКА

[1] В основу настоящей работы положены материалы по аналогичной теме, разработанной бригадой ЛНИИКХ в составе: А. А. Вальков (бригадир), Е. И. Берхман, А. И. Медведский и др.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие. Проф. Щупак, Я. Д. 223
Берхман, Е. И. Продукция трамвая 227
Берхман, Е. И. Система показателей эксплоатационного плана трамвая и вопросы производительности труда 249
Медведский, А. И. План производительности труда и методика его составления 257

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Действительное богатство общества и возможность постоянного расширения процесса его воспроизводства зависит не от продолжительности прибавочного труда, а от его производительности и от большего или меньшего изобилия тех условий производства, при которых он совершается».[1]

Именно потому социализм победил на одной шестой части земного шара и победит капиталистическую систему хозяйства во всем мире, что при социализме создается большее изобилие условий производства, при которых труд совершается, создается высокая, немыслимая при капитализме, производительность труда, создается «действительное богатство общества и возможность постоянного расширения его процесса воспроизводства». В результате — изобилие всякого рода предметов потребления, зажиточная и культурная жизнь всех членов социалистического общества. И все это победное шествие человечества вперед идет не за счет увеличения продолжительности прибавочного труда, а наоборот при сокращении рабочего дня, при увеличении индивидуального и коллективного потребления трудящихся. Действительно, производительные силы, находящиеся в распоряжении человечества, как указывал Энгельс, неизмеримы. «Эта неизмеримая производительность, — говорил далее Энгельс, — *урегулированная сознательно и в интересах всех* (курсив мой. Я. Щ.), вскоре свела бы к минимуму выпадающую на долю человечества работу...»[2].

Октябрьская революция полностью подтверждает этот блестящий прогноз Энгельса. При неудержимом росте населения СССР, обгоняющем все «богатые» капиталистические страны, при сильно повышающемся из года в год материальном жизненном уровне трудящихся масс, при полной окончательной ликвидации безработицы — СССР имеет самый короткий в мире рабочий день. Этот факт всемирно исторического значения — результат в конечном счете одной причины: неизмеримые производительные силы, находящиеся в распоряжении человечества одной шестой части мира, освобождены от оков частной собственности и «регулируются в интересах всех». Великая победа пролетариата в октябре 1917 г. освободила главную производительную силу — рабочий класс; вчерашние рабы стали хозяевами страны, работающими на себя, на свой класс, на свое советское государство. Вооружаясь техникой, улучшая свое материальное положение, повышая свой культурный уровень, насаждая товарищескую трудовую дисциплину, организуя социалистическое соревнование и ударничество трудящиеся массы Союза показывают невиданные образцы производительности труда. Все больше и больше, все решительнее выполняется «...коренная задача создания высшего, чем капитализм, общественного уклада, именно: повышение производительности труда, а в связи с этим (и для этого) его высшая организация»[3]. Выполняется эта корен-

[1] Маркс. Капитал, Изд. 4-е, 1929 г. т. III, ч. II, гл. 48 «Триединая формула», стр. 291.

[2] Энгельс. Очерки политической экономии, II, 312.

[3] В. И. Ленин. Очередные задачи советской власти. Собр. сочин., III изд. т. XXII, стр. 453.

ная задача с огромным энтузиазмом всеми трудящимися Союза, но выполняется не самотеком. Пролетарская диктатура действует по плану, руководит общественным развитием, ведет общество к социализму, направляет живую производственную деятельность миллионов людей. Поэтому и движение производительности труда, поднятие ее на все высшие и высшие ступени идет у нас, как и все общественное развитие, по плану, который корректируется живой деятельностью, энергией, энтузиазмом миллионов, перевыполняется и который осуществляется в ожесточенной борьбе с силами и пережитками старого. Отсюда понятно, какое огромное значение имеет планирование производительности труда в каждом социалистическом предприятии.

В коммунальном хозяйстве, несмотря на крупные успехи в этом направлении промышленности, до последнего времени задача планирования и учета производительности труда не получила еще надлежащего разрешения. Достаточно указать, что такое крупное коммунальное предприятие, как Ленинградский трамвай, до 1935 г. в своем производственном плане не имело плана производительности труда. Большое отставание в этой области имеется и на теоретическом коммунальном фронте — вопросы показателей по труду, в особенности по производительности труда, методика планирования производительности труда в коммунальных предприятиях до последнего времени научной коммунальной мыслью не разрабатывались. Между тем огромная роль и первостепенное значение коммунального хозяйства в общенародном хозяйстве, в строительстве социализма и в частности в повышении производительности труда требуют коренного улучшения работы коммунальных предприятий, снижения стоимости их продукции и т. д. Последнее в свою очередь возможно только на путях значительного роста производительности труда в самих коммунальных предприятиях.

Печатаемая работа имела своей целью оказать научную конкретную помощь одной из крупнейших отраслей коммунального хозяйства — трамвайному хозяйству путем предварительной теоретической разработки ряда вопросов планирования производительности труда как бы в виде системы, которая дала бы возможность хозяйству приступить к проведению на практике первого опыта планирования производительности труда.

Эти разработанные теоретические вопросы, чтобы стать действительно системой, должны прежде всего экспериментироваться на практике, а именно: при первом проведении предлагаемой системы на производстве она проверяется жизнью, практикой, корректируется. В результате такого единства теоретической работы и практики должна получиться научно-практическая обоснованная система планирования производительности труда в трамвайном хозяйстве, которая может быть рекомендована городам СССР.

Указанная задача печатаемой работы в первой своей части может быть признана выполненной: работа, по ее окончании (январь 1935 г.), была передана хозяйству, и на ее базе Ленинградский трамвай в 1935 г. впервые приступил к разработке плана производительности труда в разрезе отдельных хозяйств. В 1935 г. в отчетах о работе трамвая (за март 1935 г.) впервые появляется раздел: «Производительность труда» с отчетными данными по всем основным показателям выработки: по предприятию в целом и по отдельным хозяйственным единицам: паркам, службе пути, энергослужбе и грузоперевозочной станции. Этот несомненный сдвиг в планировании производительности труда в трамвайном хозяйстве может быть в известной степени отнесен за счет печатаемой работы. Последняя, разработав вопросы определения продукции трамвая (предприятия в целом), отдельных его хозяйственных единиц и отдельных цехов внутри этих

единиц), вопросы измерителей продукции, влияния на выработку продукции отдельных факторов, методику расчета эффективности отдельных факторов, методику расчета роста производительности труда за счет отдельных факторов и т. д., облегчила трамвайному хозяйству практическую возможность приступить к составлению плана производительности труда и одного из его важнейших элементов — плана оргтехмероприятий.

Поскольку эта задача выполнена, перед научными работниками и практиками в настоящее время стоит вторая задача — второй этап работы: изучить практический опыт, обобщить его и внести коррективы жизни, практики в разработанную теоретически систему планирования производительности труда трамвая. В этой второй стадии работы должна быть поставлена еще одна первостепенной, огромной важности задача — разработка технических норм. Авторы печатаемого труда не ставили и не могли ставить себе этой задачи; нормы, которыми оперируют авторы, носят исключительно иллюстративный характер (примеры) для разрабатывавшихся ими методических вопросов, т. е. для того, чтобы наглядно показать, как на практике пользоваться предлагаемой ими методикой.

Во время печатания работы открылась «одна из самых славных страниц» (И. В. Сталин) нашего социалистического строительства — стахановское движение. «Это движение ломает старые взгляды на технику, ломает старые технические нормы, старые проектные мощности, старые производственные планы и требует создания новых, более высоких технических норм, проектных мощностей, производственных планов» [1].

Тем самым стахановское движение совершенно по новому ставит вопрос составления производственного плана и в особенности одного из важнейших его разделов — плана по труду на базе новой производительности труда, новых норм.

В печатаемой работе, законченной разработкой в январе 1935 г., за несколько месяцев до начала стахановского движения, авторы при расчете эффективности отдельных факторов, при расчете роста производительности труда за счет отдельных факторов указывали в плане оргтехмероприятий, как важнейший фактор, — социалистическое соревнование и ударничество (264 стр.). Теперь—после начавшегося стахановского движения — нового, высшего этапа социалистического соревнования, обязательно связанного с новой техникой, необходимо весь план оргтехмероприятий строить на базе новых стахановских методов работы на производстве, необходимо, расчет эффективности каждого отдельного фактора производить, исходя из революции, которую делает стахановское движение в производстве. Таким образом во втором этапе настоящей работы необходимо, при определении основных факторов производительности труда для трампарков и при группировке мероприятий по ним, пересмотреть все факторы и мероприятия. Несомненно,—в связи с высшим этапом социалистического соревнования—стахановскими методами работы — выявится ряд новых, первостепенной важности факторов. С другой стороны отдельные факторы могут отпасть. Так например, в факторе IX — увеличение объема текущего и периодического ремонта за счет увеличения сменности (стр. 264) может, в связи со стахановским движением отпасть. Тем самым, конечно, при конкретной работе по составлению плана, на основе предлагаемой методики, необходимо коренным образом пересмотреть все существующие технические нормы, отбросить устаревшие, отжившие, заменить их новыми.

[1] И. В. Сталин. Речь на Первом Всесоюзном совещании стахановцев.

Эти задачи должны стать руководящими в предстоящей второй стадии данной работы — проверке и корректировании разработанной методики на основании результатов, полученных при ее проведении на практике в 1935 г.

Только при этих условиях, при коренном пересмотре всех указанных вопросов, под углом зрения стахановского движения, предстоящая научная работа (вторая стадия печатаемой работы) будет подлинно научной, так как «Наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей, не боится поднять руку на отживающее, старое и чутко прислушивается к голосу опыта, практики» [1].

Проф. Я. Шупак.

[1] И. В. Сталин. Речь на Первом Всесоюзном совещании стахановцев.

ПРОДУКЦИЯ ТРАМВАЯ

1. Продукция трамвайного хозяйства в целом

Планирование и учет производительности труда невозможны без четкого и ясного определения продукции планируемого предприятия.

Производительность труда определяется количеством потребительных стоимостей, создаваемых конкретным полезным трудом в единицу рабочего времени.

Формула $y = \frac{P}{T}$, определяющая производительность труда, как отношение произведенной продукции к фактически затраченному рабочему времени, становится бессодержательной, если мы не даем четкого определения числителя «P». Отсюда понятна вся важность определения понятия продукта труда—продукции.

«Продукт процесса труда есть потребительная стоимость, вещество природы, приспособленное к человеческим потребностям посредством изменения формы» [1].

Для большинства производств определение продукции, т. е. потребительной стоимости, полученной в результате процесса труда, не представляет особой сложности, так как «во время процесса труда труд постоянно переходит из формы деятельности в форму бытия, из формы движения в форму вещи» [2], вещи осязаемой, имеющей самостоятельное от производственного процесса, начинающееся и продолжающееся после его окончания бытие. «Рабочий прял, и продукт есть пряжа» [3].

Совершенно иное положение на транспорте, где эффект производственного процесса «не существует как отличная от этого процесса потребительная вещь [4]. Это обстоятельство значительно затрудняет определение продукции транспортной промышленности.

При поверхностном рассмотрении может быть даже поставлен вопрос об отнесении транспортной промышленности (не создающей, а только перемещающей в пространстве уже готовые потребительные стоимости) к сфере обращения, а не к сфере материального производства.

Такая постановка вопроса не выдерживает критики. Принадлежность внутрицехового и внутризаводского транспорта к сфере производства бесспорна (большинство производственных процессов включают в себя, как необходимый элемент, перемещение предметов, средств труда и рабочей силы, от одного рабочего места к другому, из одной мастерской в другую и т. д.). Транспортировка же предметов труда из одного места производства в другое, пространственно отдаленное от него, принципиально ничем не отличается от перемещения предметов труда из одной мастерской в другую, меняется

[1] К. Маркс. Капитал, т. I, изд. 3-е, стр. 122.
[2] К. Маркс. Там же, т. I, изд. 3-е, стр. 129.
[3] К. Маркс. Там же, стр. 122.
[4] К. Маркс. Там же, т. II, изд. 1-е, стр. 22.

только расстояние — масштаб явления, но не его сущность. Менее ясным вопрос становится тогда, когда транспортировка продукта происходит из сферы производства в сферу потребления, но и здесь транспорт выступает, как элемент сферы производства. Хотя количество продукта, как и его физические и химические качества, не меняются в результате перевозки, но процесс общественного производства может лишь тогда считаться завершенным, когда потребительная стоимость продукта, полученного в результате производства, может быть реализована. Реализуется же потребительная стоимость только через потребление, которое может сделать необходимым перемещение продукта.

Поясним это на примере: уголь, добытый в шахте, еще не может быть потреблен, необходим процесс его транспортировки к промышленному предприятию — коксовой батарее, котельной и т. п., где реализуется его потребительная стоимость.

«... Потребительная стоимость предметов реализуется лишь посредством потребления, а это последнее может сделать необходимым их перемещение, следовательно, дополнительный производственный процесс транспортной промышленности» [1]. Поэтому Маркс дает исчерпывающее по своей ясности указание, что «кроме добывающей промышленности, земледелия и обрабатывающей промышленности существует еще четвертая область материального производства, которая также проходит различные степени ремесленного, мануфактурного и механического производства,— это транспортная промышленность (Lokomotionsindustrie), — все равно, перевозит ли она людей или товары» [2]. Следовательно, транспорт, как всякая отрасль материального производства, должен создавать определенную продукцию — потребительные стоимости, являющуюся в условиях капиталистического способа производства товаром.

Что же представляет собою продукция транспортной промышленности, — промышленности, где, как говорит Маркс, продукт производственного процесса не является новым вещественным продуктом, товаром.

По вопросу определения продукции транспортной промышленности в нашей печати имеет место не мало споров и разногласий.

Попытаемся со своей стороны дать определение продукции, вытекающее из анализа технологического процесса транспорта.

Производственным процессом транспортной промышленности является процесс перемещения людей и грузов, едущих вместе со средствами транспорта.

«Люди и товары едут вместе со средствами транспора, и их езда, их перемещение и есть производственный процесс, создаваемый средствами транспорта» [3].

Результат этого производственного процесса, его полезный эффект — продукция им создаваемая, заключается в перемене местонахождения перевозимого, в изменении пространственного бытия — пространственной характеристики перевезенных людей или грузов, т. е., иначе говоря, в самом факте п е р е м е щ е н и я их в пространстве.

Продукция транспорта отличается от продукции других отраслей материального производства тем, что она не существует самостоятельно — вне создающего ее производственного процесса, как отдельная от него потребительная вещь, и тем, что потребление ее происходит во время этого процесса.

---

[1] К. М а р к с. Капитал, т. II, изд. 4-е, стр. 94.
[2] К. М а р к с. Теории прибавочной стоимости, т. I, стр. 273.
[3] К. М а р к с. Там же, т. II изд. 4-е, стр. 22.

«Полезный эффект (транспорта. Е. Б.) можно потреблять лишь во время производственного процесса; этот эффект не существует как отличная от этого процесса потребительная вещь,...» [1].

Во всем остальном потребление полезного эффекта транспортной промышленности не отличается ничем от потребления продукции других производств. В условиях капиталистического способа производства, когда «он (полезный эффект транспорта. Е. Б.) служит личному потреблению, то с потреблением исчезает его стоимость; если он потребляется производительно, так что сам является стадией производства товаров, подлежащих транспорту, то его стоимость переносится как дополнительная стоимость на самый товар» [2].

Действительно, при перемещении какого-либо груза, скажем угля, мы наблюдаем два явления. Во-первых, изменения, происходящие в перевозимом грузе-угле, в его потребительной стоимости, заключающиеся в изменении его пространственного бытия, перестают быть нами ощутимыми, как только уголь достигает места назначения. Уголь, перевезенный в Москву, горит точно так же, как и в Донбассе. Во-вторых, стоимость угля, перевезенного из Донбасса в Москву, увеличивается на сумму издержек по его перевозке. Поэтому Маркс и говорит: «Коль скоро товар дошел до места назначения, перемена, происшедшая в его потребительной стоимости, исчезла и выражается еще только в повышенной меновой стоимости, во вздорожании товара» [3].

«Его меновая стоимость возрастает в размере количества труда, нужного на это изменение его потребительной стоимости, в размере той суммы труда, которая определяется, с одной стороны — изнашиванием постоянного капитала т. е. суммой входящего в него овеществленного труда, с другой стороны — суммой живого труда, точно так же, как и в процессе увеличения стоимости всех других товаров» [4].

Закон стоимости, как закон движения капиталистического общества, который господствует над людьми и которому люди слепо подчиняются, уничтожается, перестает действовать с установлением диктатуры пролетариата. Основой движения всей экономики после пролетарской революции является диктатура пролетариата, действующая по плану, руководящая общественным развитием, ведущая общество к социализму. Поэтому в условиях социалистического планового хозяйства нет и не может быть категории стоимости и поэтому и в данной отрасли социалистического народного хозяйства — в транспорте — нет и не может быть перенесения стоимости на транспортируемый груз.

Здесь может итти речь только об изменениях, производимых в потребительной стоимости перевезенного груза (изменение пространственного бытия его) в результате затраты конкретного труда и об учете этих затрат при калькуляции себестоимости продукта на месте его доставки.

Перейдем к пассажирскому транспорту. В капиталистическом обществе «по отношению к транспорту людей это (перемещение. Е. Б.) является только услугой, выполняемой для них предпринимателем» [5].

Таким образом по отношению к пассажирам транспортное предприятие оказывает «услугу», перемещает их из одной точки пространства в другую, т. е. для пассажира потребительной стоимостью («услуга есть не что иное как полезное действие той или иной потребительной стоимости...» [6]) является само перемещение, ими потребляемое.

---

[1] К. Маркс. Капитал, т. II, изд. 4-е, стр. 22.
[2] К. Маркс. Там же.
[3] К. Маркс. Теории прибавочной стоимости, изд. 1931 г., т. I, стр. 273.
[4] К. Маркс. Там же.
[5] К. Маркс. Там же.
[6] К. Маркс. Капитал, т. I, изд. 5-е, стр. 131.

Конечно, при производстве этих «услуг» рабочие капиталистического транспортного предприятия (безразлично — находится ли оно в руках отдельного капиталиста, компании или муниципалитета) создают прибавочную стоимость, производят товар, доставляемый потребителю в виде полезного эффекта, в форме «услуги». ...Меновая стоимость этого полезного эффекта, как и всякого другого товара, определяется стоимостью затраченных на него элементов производства (рабочей силы и средств производства), плюс прибавочная стоимость...» [1].

В условиях социалистического строительства транспортные предприятия, как и все социалистические предприятия, работают не на прибыль для чужого класса, и социалистический транспорт — одна из важнейших частей единого социалистического хозяйства — выступает, как один из мощных рычагов построения социализма. Однако и социалистическая транспортная промышленность имеет особенность, отличающую ее от других отраслей социалистической промышленности. Социалистический транспорт при перевозке пассажиров не производит нового вещественого продукта, а доставляет полезный эффект, нераздельно связанный с производственным процессом и потребляемый пассажиром во время этого процесса. Отсюда и своеобразие в потреблении основных фондов транспорта. Основные фонды — средства труда во всех отраслях производства, за исключением транспорта, потребляются лишь производительно и не могут войти в сферу индивидуального потребления, так как они не входят, как, например, сырье, в состав производимых при их посредстве продуктов — потребительных стоимостей, а сохраняют по отношению к ним свою самостоятельную форму. Средства же транспорта во время своего производительного функционирования входят в сферу индивидуального потребления.

«Полезный эффект, который они (средства транспорта. Е. Б.) доставляют во время своего производительного функционирования, следовательно, во время пребывания в сфере производства, — в то же самое время входит и в сферу индивидуального протребления, например, пассажира. В этом случае он тоже оплачивает потребление, как оплачивает пользование другими средствами потребления» [2].

Таким образом мы установили: 1) что процессы производства и потребления в транспортной промышленности совпадают в пространстве и во времени.

2) что продукцией транспорта является самое перемещение людей и грузов в пространстве «... здесь (в транспортной промышленности. Е. Б.) оплачивается и потребляется самый процесс производства, а не продукт, который может быть отделен от него» [3].

Следующим практически важным вопросом является вопрос измерения продукции транспорта — производимых им перемещений.

Размер производимых транспортным предприятием перемещений равен произведению веса (количества) подвергающихся транспортировке грузов на расстояние, на которое этот груз перевозится. Точно так же издержки транспорта прямо пропорциональны как весу (количеству) перемещаемого груза, так и расстоянию, на которое он перемещается.

«Относительная часть стоимости, которую издержки транспорта при прочих равных условиях присоединяют к цене товара, прямо пропорциональна протяжению и весу товара» [4].

---

[1] К. Маркс. Капитал, т. II, изд. 4-е, стр. 22.
[2] К. Маркс. Там же, стр. 102.
[3] К. Маркс. Там же, стр. 22.
[4] К. Маркс. Там же, стр. 95.

Таким образом, представляется абсолютно необходимым, чтобы измеритель продукции транспорта отражал, как количество — вес перемещенных грузов, так и расстояние, на которое они перемещены.

Таким измерителем, учитывающим как расстояние, на которое совершается перемещение, так и вес (количество) груза, является: для грузового транспорта — тонно-километр и для пассажирского — пассажиро-километр.

Обратимся к транспортному предприятию, являющемуся непосредственным предметом нашего исследования — к трамваю. Трамвай является обычным транспортным предприятием, задачей которого является перевозка пассажиров и грузов. То, что сфера деятельности трамвая ограничена в отличие от железнодорожного, например, транспорта городской чертой (если трамвайные линии и выходят за ее пределы, в пригороды, то на сравнительно короткое расстояние), ничего принципиально не меняет; нет качественного различия между перевозками на малые и большие расстояния. Поэтому продукцией трамвая также является перемещение грузов или пассажиров.

Для выявления всей практической важности и актуальности выбора того или иного определения продукции трамвайного предприятия и ее измерителей, мы ниже приводим две таблицы (№№ 1 и 2), основанные на отчетных цифрах ленинградского трамвая за 1928 — 1933 гг., характеризующие динамику себестоимости и производительности труда, применительно к разным измерителям, принятым на практике.

Таблица 1

Динамика себестоимости (в %% к предыдущему году)

Показатели	Годы				
	1929	1930	1931	1932	1933
Вагон в движении	103,0	96,0	128,0	115,0	96,0
Пассажир	99,0	88,0	110,0	105,0	113,0
Вагоно-километр	99,0	96,0	124,0	113,0	99,0
Место-километр	99,0 [1]	96,0 [1]	124,0 [1]	113,0 [1]	99,0 [1]
Пассажиро-километр	93,5	85,0	110,0	103,0	114,0

Таблица 2

Динамика производительности труда (в %% к предыдущему году)

Показатели	Годы				
	1929	1930	1931	1932	1933
Число работников на 1 вагон в движении	113,0	107,0	92,0	99,0	104,0
„ пассажиров на 1-го работника	116,0	119,0	108,0	106,0	90,0
„ вагоно-километров на 1-го работника	116,0	107,0	95,0	101,0	102,4
„ место-километров „ 1-го „	116,0 [1]	107,0 [1]	95,0 [1]	101,0 [1]	102,4 [1]
„ пассажиро-километров на 1-го работника	119,0	123,0	110,0	107,0	88,5

[1] Все вагоны, имевшиеся в инвентаре, по 44 места.

Из приведенных таблиц видно, что в зависимости от выбора измерителя продукции результаты деятельности трамвайного хозяйства выступают в различном освещении. Так, если мы примем как показатель продукции трамвая пассажиро-километр, то увидим, что качество эксплоатационной деятельности Лентрамвая резко ухудшилось в 1933 г. по сравнению с 1932 г. — себестоимость возросла на 14%, а производительность труда, выраженная в числе пассажиро-километров на 1 работника по эксплоатации, упала на 11,5%. Наоборот, если мы примем за показатель продукции вагоно-километр, то не только не обнаружим ухудшения качества работы Треста, но даже отметим известное, хотя и незначительное, ее улучшение: себестоимость 1 вагоно-километра упала на 1%, а производительность труда, выраженная теперь в вагоно-километрах на 1 работника, увеличилась на 2,4%.

При рассмотрении остальных показателей мы обнаруживаем примерно аналогичную картину. С изменением определения продукции, с изменением способа ее измерения меняется в большей или меньшей степени оценка деятельности хозяйства. Отсутствие разницы в динамике себестоимости и производительности труда при показателях продукции трамвая — вагоно- и место-километр объясняется наличием в инвентаре ленинградского трамвая вплоть до конца 1933 г. исключительно 2-осных вагонов, число мест в которых принималось равным 44-м. Отсутствие заметной разницы в динамике себестоимости и производительности труда при показателях продукции «пассажир» и «пассажиро-километр» находит свое объяснение, главным образом, в недостатках современной методики учета средней длины поездки пассажира, в недостатках, не дающих нам возможности правильно установить действительное число пассажиро-километров (подробнее об этом см. ниже).

Изменение оценки деятельности хозяйства в связи с изменением определения продукции, т. е. того конечного результата, к достижению которого направлена эта деятельность, не может не отразиться на всей системе плановых мероприятий, направленных на улучшение качества эксплоатации предприятия.

Необходимо тщательно рассмотреть существующие определения и методы измерения продукции трамвая и выбрать из них наиболее теоретически обоснованные и практически целесообразные.

Нами будут рассмотрены следующие измерители продукции трамвая:[1]

1) пассажиро-километр, 2) пассажир, 3) вагоно-километр, 4) место-километр, 5) вагон в движении, 6) пассажиро-место-вагоно-километр.

Перечисленные измерители вытекают из трех основных, встречающихся в специальной литературе, определений продукции транспорта, а именно:

1) продукцией транспорта является перевозка — перемещение груза и пассажиров,

2) перемещение средств транспорта или, что то же самое, предоставление возможности к перемещению грузов или пассажиров,

3) перевезенный груз или пассажиры.

Пассажиро-километры

Число пассажиро-километров, сделанных трамваем за данный период времени, равно произведению общего числа пассажиров на среднюю длину поездки, т. е. число пассажиро-километров определяет собой, как количе-

[1] В настоящей работе мы исследуем только вопросы пассажирских перевозок, не касаясь работы грузового трамвая.

ство подвергшегося перемещению груза — пассажиров, так и расстояние, на которое они перевезены. Иначе говоря, пассажиро-километры с предельной ясностью характеризуют размер—количество производимой трамваем продукции—перемещений.

Мы не будем здесь возвращаться к теоретическим обоснованиям данного способа определения и измерения продукции трамвайного предприятия; они с достаточной для настоящей работы полнотой были разобраны нами выше, при рассмотрении вопросов продукции транспорта вообще (трамвай же, как мы уже говорили, является только одним из видов транспорта, но природе своей не имеющим качественных отличий от других его видов..

Поэтому ограничиваемся только рассмотрением возражений против данного способа измерения продукции трамвая.

Возражений этих в основном два:

1) Пассажир-потребитель продукции трамвая приобретает и потребляет предоставляемое ему в движущемся вагоне «место», а не что-либо иное.

2) Число пассажиро-километров мало зависит от деятельности предприятия. Возможны и часто в действительности бывают случаи, когда при большом недовыпуске вагонов и малом количестве вагоно-километров число пассажиров (при большом наполнении вагонов), а значит и пассажиро-километров будет велико. Поэтому, принимая за единицу измерения продукции трамвая пассажиро-километр, мы получаем низкую себестоимость и высокую производительность труда, т. е. основные показатели качества эксплоатационной деятельности предприятия отражают эту деятельность неверно, искаженно.

Рассмотрим эти два основных возражения против пассажиро-километров, как способа измерения продукции трамвая.

Первое возражение будет подробнее разобрано нами ниже, при рассмотрении определения продукции, как суммы сделанных вагоно-километров. Здесь мы только отметим, что пассажир покупает и потребляет отнюдь не «место», не имеющее само по себе для него никакой потребительной стоимости, а определенную «услугу», оказываемую ему средствами транспорта, заключающуюся в перемещении пассажира из одной точки города в другую.

Перейдем ко второму возражению: число пассажиро-километров, размеры «услуг», оказываемых трамвайным предприятием населению города не зависят от него. Такое утверждение ошибочно, не верно по своему существу — оно означает фактически отрицание плана, его решающей роли в строительстве, в эксплоатации предприятия. При планировании хозяйства, при правильной тарифной политике, правильном выборе адресов строительства новых линий, организации маршрутной системы, при том или ином плане выпуска и спуска вагонов и т. п. мы в силах не только влиять, но и в значительной мере определять, как количество перевозимых пассажиров, так и дальность их поездок. Следовательно, совершенно ясно, что пассажиро-километры (произведение числа пассажиров на среднюю дальность поездки) находятся в прямой зависимости от деятельности нашего хозяйства — трамвая, учитывающего все факторы подвижности.

То, что мы подчас не умеем правильно планировать число пассажиров и пассажиро-километров, используя перечисленные выше факторы, еще ничего не говорит в пользу рассматриваемого рассуждения, фактически, как уже указано, отрицающего планирование. Планирование продукции в транспортном предприятии — трамвае, так же возможно и нужно, как в электростанциях, банях, водопроводах и т. д. и т. п., т. е., как и в любом предприятии, где процесс производства непосредственно связан

с процессом потребления, где нет возможности производства продукции «на склад».

Возражая против пассажиро-километра, как способа измерения продукции трамвая, приводят еще одно соображение: при уменьшении или увеличении выпуска вагонов не всегда изменяется число пассажиров, меняется часто только наполнение вагона. Поскольку — утверждают противники пассажиро-километра — изменение количества функционирующего оборудования не оказывает влияния на размер выпускаемой продукции, постольку, следовательно, само определение продукции неверно. Довод на первый взгляд убедительный, но при внимательном рассмотрении не выдерживает критики.

Действительно, количество продукции не меняется, но зато меняется ее качество, характеризующееся средним наполнением вагонов, зависящим от числа работающих на линии вагонов и их эксплоатационной скорости. Случаи, когда одно и то же оборудование, одна и та же машина выпускает разное количество продукции улучшенного или ухудшенного, в зависимости от ее количества, качества настолько часты и общеизвестны, что никого не способны смутить. Качество продукции трамвая хорошее, нормальное лишь тогда, когда при прочих качественных требованиях наполнение вагона не превышает нормы. Увеличение наполнения сверх нормального для данного типа вагона указывает на то, что качество выпускаемой продукции ниже нормального и, чем выше наполнение, тем ниже качество продукции. Это бесспорное положение встречает новое возражение путем доведения его до абсурда: если наполнение ниже нормального, и при дальнейшем его уменьшении продолжает меняться — улучшаться качество продукции, то в пределе мы получим наилучшее качество, при полном отсутствии пассажиров, т. е. абсурд — наилучшее качество продукции при отсутствии самой продукции. Конечно это не так — при правильном расчете нормального наполнения вагона учитывается весь комплекс необходимых пассажиру удобств, тем самым при уменьшении наполнения вагона ниже нормального, удобства, предоставляемые каждому отдельному пассажиру, не меняются и качество продукции не повышается. При уменьшении наполнения ниже нормального, мы должны говорить не об изменении качества продукции, а о работе нашего оборудования в той или иной мере непроизводительно — в холостую. Здесь необходимо также подчеркнуть всю исключительную важность для трамвая, как и для транспорта вообще, безаварийности. Крушения и аварии (борьба с ними), являющиеся, по указанию тов. Кагановича[1], основным показателем качества работы транспорта, не только сказываются на количестве продукции, но и в значительной мере отражаются и на ее качестве — с уменьшением вследствие аварий числа работающих на линии вагонов увеличивается их среднее наполнение.

Возражающие против пассажиро-километра забывают основное положение, что какую единицу измерения продукции трамвая мы не приняли бы, все равно при планировании или анализе деятельности предприятия мы должны обязательно учитывать качество продукции. В случае оставления его вне поля нашего внимания мы рискуем тем, что наши плановые мероприятия, направленные к увеличению продукции, будут фактически стимулировать ухудшение эксплоатационной деятельности хозяйства, а при анализе работы за истекший период мы не сумеем разглядеть истинного положения вещей.

Выставляемые против пассажиро-километра возражения отпадают потому, что: 1) количество и качество продукции трамвая, выраженной

[1] Приказ по НКПС о борьбе с авариями от 19 марта 1935 г.

в количестве сделанных пассажиро-километров, находится в непосредственной зависимости от деятельности предприятия, 2) случаи, когда при ухудшении или улучшении эксплоатационной деятельности количество продукции остается неизменным, не имеют значения, так как здесь при постоянном количестве продукции происходит изменение ее качества.

Таким образом, теоретическая обоснованность применения пассажиро-километра, как измерителя трамвайной продукции, бесспорна, однако, практическая целесообразность введения его в настоящее время находится под большим сомнением. Не имея еще повседневного учета средней длины поездки, мы не знаем истинного количества продукции, а при отсутствии регулярного учета наполнения вагонов по часам дня и маршрутам делается невозможным и учет качества этой продукции, важность которого для правильной оценки результатов работы транспорта мы только-что выяснили. Отсюда необходимо сделать только один вывод — не отрицание пассажиро-километра, а разработка и проведение правильной системы учета, которая даст возможность применять на практике теоретически верный измеритель продукции, адэкватный ее содержанию.

Перевезенные пассажиры

Способ измерения продукции трамвая числом перевезенных пассажиров обосновывается двояким образом:

1) Продукция трамвайного предприятия — перевезенные пассажиры и число их—является естественным измерителем этой продукции.

2) Продукция трамвайного предприятия—перемещение, перевезенный пассажир — ее измеритель; количество пассажиров в достаточной степени характеризует размеры совершенных трамваем перемещений.

Рассмотрим, в чем неправильность обоих этих положений.

Ошибочность первого кроется уже в самом утверждении, что продукцией трамвая являются перевезенные пассажиры. Человек—создатель и потребитель всех продуктов—не может рассматриваться как результат деятельности удовлетворяющего его потребности промышленного или транспортного предприятия.

Неправильность второго положения заключается в том, что число перевезенных пассажиров совершенно не характеризует размеров перемещений, производимых трамваем. Этот измеритель (перевезенный пассажир) учитывает только количество оказанных трамваем «услуг», а размер их—расстояние, на которое пассажиры перевозились, не находит своего отражения.

Число перевезенных пассажиров при совершенно неизменной по качеству работе трамвая, может резко колебаться в зависимости от средней длины поездки—чем короче, при прочих равных условиях (наполнение, число вагонов в движении, число часов пребывания на линии, эксплоатационная скорость и т. д.) средняя длина поездки, тем больше число пассажиров и наоборот. Наконец этот измеритель, неправильно учитывающий количество продукции, совершенно не учитывает (как видно из изложенного выше) качества продукции. Поэтому необходимо полностью отказаться от этого показателя, как совершенно не характеризующего результатов деятельности – продукции трамвая.

Вагоно- или место-километры

Мы рассматриваем вместе эти два наиболее распространенных (приобревших уже силу и устойчивость укоренившегося предрассудка) измерителя продукции трамвайного хозяйства, в виду их полной идентичности.

Место-километр по существу тот же измеритель, что и вагоно-километр только модифицированный.

При пользовании этими двумя измерителями исходят из определения продукции трамвая, как перемещения средств транспорта—вагонов или, что тоже самое, как предоставление возможности для перемещения пассажиров. Вагоно-километр в настоящее время, при наличии в инвентаре большинства трамвайных хозяйств Союза вагонов разной вместимости [1], естественно уже не может характеризовать в полном объеме предоставляемую населению возможность перемещения. Поэтому большинство сторонников вагоно-километров в настоящее время склоняется к принятию, как показателя продукции, место-километров, т. е. произведения числа мест в вагоне на пробег (число пройденных им километров).

Переходя к анализу этих измерителей, необходимо отметить, что само определение продукции предприятия, как предоставления возможности для получения того или иного полезного эффекта (вне зависимости от возможности его использования) не выдерживает критики, никто не станет считать, например, продукцией завода им. Кирова станко-часы (вне зависимости от их использования) только потому, что они м о г у т дать определенное количество изделий.

Сторонники определения продукции трамвая, как числа сделанных вагоно- или место-километров в тех случаях, когда считают нужным как-то обосновать свою точку зрения (обычно они ее преподносят, как аксиому), выдвигают два основных довода:

Во-первых, число вагоно- или место-километров полностью зависит от качества работы предприятия. Во-вторых, продукцией предприятия является то, что приобретается у него потребителем; приобретаются же место-километры.

Разберем оба эти довода:

Действительно, число место-километров непосредственно зависит от самого хозяйства. Любое трамвайное предприятие может «гонять», в особенности ночью, свой подвижной состав сколько ему угодно. Однако, это отнюдь не доказывает, что пробег подвижного состава является продукцией трамвая. Нельзя смешивать самый факт работы того или иного оборудования или механизма с результатом его работы—продукцией. Вагоно- или метро-километры, точно так же, как станко-часы на каком-нибудь заводе, регистрируют только самый факт работы оборудования—вагона на линии, вне зависимости от того, давала ли эта работа какой-нибудь полезный эффект—продукцию или велась в холостую. Более того, выпуская на линию без особой надобности вагоны в часы разреженного движения, предприятие при данном измерителе, несмотря на повышение своих производственных расходов, искусственно относительно снижает себестоимость и повышает производительность труда.

Правда, в ответ на это сторонники место-километра [2] указывают, что подобный бессмысленный пробег вагонов явится затоваренной продукцией, большое количество которой повлечет за собой обвинение руководства трамвая в бесхозяйственности.

В данном рассуждении две ошибки:

Первая — теоретически совершенно неправильно отнесение неиспользованных место-километров к разряду затоваренной продукции. Затоваренная продукция — это продукция — вещи по той или иной причине не реализованные и оставшиеся на складе предприятия или торгующей орга-

[1] В Ленинграде, например, имеются в эксплоатации вагоны нормальной вместимостью в 44, 55 и 77 чел.

[2] Инж. З о р г е н ф р е й «Система количественных показателей работы трамвая». Доклад утвержденный Ленинградским отделением В. Т. А. Б'а.

низации, причем реализация их возможна в любое время по появлении на них спроса. Поэтому совершенно не понятно каким образом неовеществленные, неиспользованные место-километры (являющиеся по существу только показателем непроизводительной работы вагонов) могут быть отнесены к затоваренной продукции.

Вторая ошибка—обвинение руководства трамвая в бесхозяйственности в большинстве случаев не может быть обосновано, так как регулярный учет наполнения вагонов по маршрутам и часам дня почти не ведется в наших трамваях.

Переходим к следующему доводу в защиту место-километров: «пассажир—это потребитель трамвайной продукции, приобретающий предлагаемое ему место в вагоне, подобно тому, как приобретается, например, продукция «Ленинградодежды» [1], т. е. продукцией трамвая являются место-километры, так как производится то, что продается.

Нужно со всей категоричностью подчеркнуть, что трамваем продается и пассажиром приобретается, как уже указывалось раньше, отнюдь не место в движущемся вагоне, не имеющее само по себе для пассажира никакой потребительной стоимости, а определенная «услуга», оказываемая ему средствами транспорта, заключающаяся в перемещении пассажира из одной точки пространства в другую. Это перемещение и используется—потребляется пассажиром, а никак не «место». «... Перевозочная промышленность продает самое перемещение» [2]

Таким образом можно считать установленным, что определение продукции трамвая, как суммы сделанных вагоно- или место-километров, т. е. как перемещение транспортных средств, является теоретически не обоснованным. Однако до тех пор, пока мы не будем располагать исчерпывающим по полноте и правильности учетом средней длины поездки и наполнения вагонов, мы вынуждены использовать вагоно- или место-километры, как условный, заменяющий пассажиро-километр, измеритель. Подобная временная замена допустима, потому что пробег подвижного состава, измеряемый вагоно- или место-километрами, все же до известной степени, в особенности при незначительных колебаниях среднего наполнения вагонов, выявляет размер истинной продукции трамвая—перемещение пассажиров и дает некоторые основания для суждения о качестве продукции.

Вагоны в движении

Способ измерения продукции трамвая числом вагонов в движении, так же базирующийся на определении продукции трамвая, как предоставление возможности к перемещению пассажиров, абсолютно неверен. При помощи данного измерителя нельзя измерить даже эту «возможность», так как самый факт выпуска вагона на линию еще ничего не говорит о его работе. Вагон может по неисправности вернуться в парк ранее назначенного ему срока; в виду необходимости мелкого ремонта может встать «на запас» тут же на линии и наконец, число часов пребывания на линии даже абсолютно здорового вагона меняется в зависимости от того, является ли он по наряду коренным, литерным или спускным [3]. Кроме числа часов пребывания на линии работу вагона определяет еще целый ряд факторов,

[1] Инж. Зоргенфрей. «Система количественных показателей работы трамвая». Доклад, утвержденный Ленинградским отделением В. Т. А. Б'а.

[2] К. Маркс. Капитал, т. II, изд. 4-е, стр. 22.

[3] Коренные вагоны, вагоны, выходящие на линию с началом движения и возвращающиеся в парк по его окончании, литерные—выходят на линию только на часы утреннего и вечернего максимума, спускные—выходят на линию с началом движения и возвращаются—спускаются в парк после вечернего максимума.

важнейшие из которых—эксплоатационная скорость и наполнение вагонов. Поэтому от подобного определения продукции трамвая необходимо полностью отказаться.

Пассажиро-место-вагоно-километры

Этот измеритель впервые выдвинут К. Зосимовским и В. Евтеевым в статье «Производительность труда в трамвайном предприятии». «Правильным измерителем производительности труда в трамвайном предприятии следует считать предоставленные (сделанные) предприятием пассажиро-место-вагоно-километры» [1]. Само содержание измерителя непонятно — расшифровать его можно путем ряда толкований, причем, какое бы содержание не вкладывать, все равно данный измеритель не выдерживает критики. Например, примем, что авторы под «пассажиро-местом» понимают место для пассажира, а не произведение количества мест на количество пассажиров (что исключается здравым смыслом). В таком случае может быть два вывода. Первый—предоставленные «пассажиро-место-вагоно-километры» составляют произведение среднего числа мест в вагоне на число вагонов в движении, т. е. общее число мест во всех вагонах, находящихся в движении, помноженное на вагоно-километры (т. е. опять-таки на количество вагонов в движении и на средний пробег одного вагона). Выразим это формулой:

$$W = b \cdot a \quad a \cdot s,$$

где W — продукция трамвая,
b — среднее число мест в вагоне,
a — число вагонов в движении,
s — средний пробег одного вагона.

Таким образом мы получим формулу место-километров, причем число вагонов в движении, почему-то возведено в квадрат, что также лишено здравого смысла.

Второй вывод — если «пассажиро-место-вагоно-километры» составляют произведение среднего числа мест в вагоне на вагоно-километры, то получается формула $W = bas$, т. е. место-километры. В таком случае непонятно, зачем потребовалось вводить новый и столь громоздкий термин «пассажиро-место-вагоно-километры», когда имеется более простой — «место-километры».

Подведем некоторые итоги. Единственным теоретически правильным измерителем продукции пассажирского трамвая является «пассажиро-километр». Однако, повсеместный переход к нему возможен только, как уже указывалось, после выработки и введения в практику простого и дешевого метода повседневного учета средней длины поездки и дифференцированного по часам дня и маршрутам учета наполнения вагона. В противном случае, когда средняя длина поездки устанавливается массовым обследованием не чаще, чем один раз в год и условно считается неизменной до следующего обследования, а наполнение по часам дня и маршрутам выявляется весьма редко, мы рискуем, не зная ни истинных размеров, ни, главное, качества продукции, стимулировать нашими плановыми мероприятиями не улучшение, а ухудшение качества эксплоатационной деятельности трамвая. Впредь до разработки указанных выше методов учета измерителем продукции трамвая временно должен остаться «место-километр», как лучший условный показатель продукции, позволяющий, в виду его общепринятости,

[1] Журнал «Транспорт и дороги города», № 6, 1934 г., стр. 5.

сравнение результатов деятельности как различных трамваев, так и одного и того же трамвая за ряд лет. Вместе с тем данный измеритель сравнительно в достаточной степени характеризует размеры истинной продукции трамвая, тем более, что среднее наполнение вагонов практически колеблется сравнительно в незначительной степени. Возможность оставления в настоящее время измерителем продукции «место-километра» также оправдывается тем, что, стимулируя увеличение числа «место-километров», мы тем самым стимулируем, как увеличение количества истинной продукции трамвая, так и в известной степени улучшение качества. Известно, что увеличение числа «место-километров» является, как правило, последствием увеличения эксплоатационной скорости, уменьшения интервала, развития сети и маршрутной системы и т. д., т. е. улучшения работы трамвая, увеличения выгодности пользования им для населения, что безусловно привлекает трамваю пассажиров, с другой стороны—при чрезмерно высоком наполнении вагонов увеличение числа место-километров ведет к снижению наполнения, к приближению его к норме, т. е. к улучшению качества продукции.

Наша задача не ограничивается установлением определения продукции трамвайного хозяйства в целом. В трамвае, представляющем собой сложное сочетание различных производственных процессов (путевое хозяйство, подвижной состав и энергетическое хозяйство), планирование и учет производительности труда не может вестись только по предприятию в целом, но обязательно и в разрезе его низовых производственно-хозяйственных единиц. Вернее, планирование и учет производительности труда по хозяйству в целом возможно только на основе планирования и учета производительности труда в составляющих его низовых производственных единицах. Для этого необходимо установить точное определение продукции каждой производственной единицы трамвая.

2. Продукция низовых производственно-хозяйственных единиц трамвая

В данной работе мы рассмотрим только продукцию основных низовых производственных единиц пассажирского трамвая: парки, районы пути, подстанции, участки сети.

Парки

Трамвайный парк представляет собою комплекс, состоящий из двух самостоятельных производственных цехов трамвайного предприятия: «депо» («тяги») и «сектора движения парка» («движения»).

Объединение обоих указанных цехов, каждый из которых представляет собою определенное производственное целое со своим законченным технологическим процессом, произведено исключительно по мотивам организационно-производственной целесообразности.

Так как один из этих двух цехов (сектор движения) является «сборочным»—выпускающим (см. ниже), использующим продукцию другого цеха (депо) в качестве основного средства труда при производстве окончательной продукции трамвая, то представляется возможным говорить о единой продукции комплекса — парка, которая неизбежно совпадает с продукцией всего трамвая в целом.

Следовательно (см. предыдущую главу), продукцией парка является перемещение пассажиров, а вагоно-километр является условным ее измерителем.

Пробег подвижного состава парка, измеряемый числом сделанных вагоно-километров, может быть выполнен моторным или прицепным

вагонами, 2-осными или 4-осными и т. д. Причем, стоимость и в основном ее определяющая трудоемкость обслуживания вагонов в депо и в движении резко колеблется в зависимости от типа вагонов.

Для удобства планирования и учета, для сравнимости результатов деятельности парков с разными по типу составами вагонов, нам необходимо приводить вагоно-километры к какому-то общему знаменателю. Измерителем, удовлетворяющим этим требованиям, явится вагоно-километр, приведенный по плановой (нормативной) трудоемкости обслуживания вагона в депо и в движении.

Если мы трудоемкость обслуживания моторного 2-осного вагона (в депо и в движении) примем за единицу, то по нормам ленинградского трамвая 1933 г., трудоемкость обслуживания прицепного 2-осного вагона составит 0,435 [1], 4-осного моторного — 1,45 и 4-осного прицепного — 0,826 [2].

Таким образом, при помощи этих коэфициентов мы можем весь пробег, выполненный вагонами данного трамвайного парка, привести к пробегу 2-осного моторного вагона. Необходимо иметь в виду, что эти коэфициенты, как и все приводимые в настоящей работе, имеют только иллюстративный характер. Они подлежат тщательному пересмотру в связи с сдвигами в технике, улучшением организации работы.

Депо (тяга)

Основной задачей депо является своевременный выпуск совершенно исправных и чистых вагонов на линию для движения, причем выпущенные вагоны должны работать на линии без каких-либо неисправностей, в течение всего времени, установленного для них по расписанию, и выполнить норму пробега, заданную им по наряду.

Производственный процесс депо, направленный к осуществлению этой задачи, распадается на ряд процессов, тесно между собою связанных и обусловливающих друг друга: ночной осмотр и мелкий ремонт вагонов, уборка — обтирка и, наконец, дневной текущий ремонт.

Основным ведущим процессом является ночной осмотр и мелкий ремонт. При осмотре проверяется состояние всех частей вагонного оборудования: крепятся ослабевшие болты и гайки, производится обмер допусков износа реборд, междужелезного пространства, тщательно проверяется надежность торможения, чистится мотор, коллектор его и т. д.; при обнаружении на вагоне повреждений, не могущих быть исправленными к моменту выпуска его на линию, вагон оставляется на дневной ремонт и заменяется вагоном из существующего запаса. Хорошее качество осмотра обусловливает собой непрерывную работу вагона на линии, в пределах положенного ему времени нахождения на ней. Чем лучше поставлен ночной осмотр и ремонт, тем реже вагоны попадают в дневной ремонт и, наоборот, высокое качество дневного ремонта уменьшает возможность появления мелких неисправностей, ликвидация которых выпадает на долю ночного осмотра.

Наряду с дневным ремонтом в парках производится профилактический осмотр подвижного состава. Сущность «профилактики» заключается в том, что каждый вагон по предварительно разработанному графику поступает через 10 — 15 дней на осмотр; последний производится весьма тщательно, и все замеченные дефекты тут же устраняются.

---

[1] Трудности при определении норм расхода рабочей силы по обслуживанию 4-осных вагонов в депо освещены ниже, при рассмотрении вопросов продукции депо.

[2] При 2-х кондукторах на один 4-осный вагон.

Продукцией депо в целом часто неправильно считают число произведенных осмотров, ремонтов и т. д., т. е. отдельные производственные операции, являющиеся частями единого производственного процесса депо. На любом заводе мы считаем продукцией конечный результат всего производственного процесса — готовые изделия, а не сумму их частей и, тем более, не сумму производственных операций, совершаемых при изготовлении изделий. Точно также и в депо мы считаем продукцией конечный результат его производственного процесса — здоровые, работающие на линии вагоны.

Как измерить эту продукцию?

Количественное измерение продукции депо просто: она измеряется числом выпущенных из парка на линию вагонов, совершенно исправных и чистых[1].

Таким образом, измерителем продукции депо является в а г о н в в ы п у с к е. Однако, натуральное число выпущенных на линию вагонов не может еще полностью охарактеризовать продукцию депо. При этом измерителе невозможно сравнение продукции разных депо с неодинаковым соотношением типов вагонов и анализ изменений продукции одного и того же депо за ряд лет. Кроме того депо так же, как и парк в целом, может в случае установления единицей измерения продукции «натуральный вагон в выпуске», выполнять производственную программу за счет увеличенного выпуска требующих сравнительно меньших затрат по обслуживанию прицепных вагонов и недовыпускать моторные.

Трудоемкость обслуживания вагона меняется в зависимости от того, моторный это вагон или прицепной, 2-осный или 4-осный, меняется даже от системы оборудования моторного вагона. Осмотр и ремонт моторного вагона, где нужно обслужить моторы, реостаты, контроллеры, токоприемники и т. д., требуют значительно больше рабочего времени, чем осмотр и ремонт прицепного вагона; 4-осный вагон значительно более трудоемок, чем 2-осный вагон и т. д. Следовательно, измерителем продукции депо должен быть не «н а т у р а л ь н ы й в а г о н в в ы п у с к е», а «п р и в е д е н н ы й в а г о н в в ы п у с к е».

Вагоны, исходя из количества рабочей силы, необходимой для их обслуживания, приводятся к 2-осному моторному вагону.

По нормам ленинградского трамвая на 1933 г. на 1 моторный 2-осный вагон в депо приходилось 2,096 рабочих и на 1 прицепной 2-осный вагон -0,783 рабочих; таким образом, если принять трудоемкость обслуживания 2-осного моторного вагона (среднюю для разных систем оборудования) за единицу, то трудоемкость обслуживания прицепного вагона составит 0,37.

Значительно сложнее дело с коэфициентами приведения 4-осных вагонов, где еще нет технически обоснованных норм. В порядке первого приближения принимаем для моторного 4-осного вагона коэфициент приведения к 2-осному моторному равным—1,88 и для прицепного 4-осного равным—0,66. Исходным при определении этих коэфициентов явилось установленное в практике ленинградского трамвая соотношение между расходами рабочей силы в депо на 4-осные и 2-осные вагоны (расход рабочей силы по ремонту, осмотру и уборке 4-осных вагонов принимается удвоенным по сравнению с таковым для 2-осных вагонов, нормы расхода

[1] При измерении продукции депо должны быть, конечно, учтены и вагоны, полностью подготовленные к выходу на линию, но по каким бы то ни было причинам в движении не принявшие участие. Правда, в случае выхода этих вагонов на линию, предположим, на следующий день, при подсчете результатов деятельности депо за этот день, необходимо учесть то, что в движении приняли участие вагоны, подготовленные к нему накануне.

рабочей силы по содержанию вагонов остаются неизменными, они планируются на поезд вне зависимости от системы вагонов и т. д.).

Обратимся теперь к рассмотрению продукции депо со стороны ее качества.

Качество продукции депо — выпущенных на линию вагонов — определяется степенью выполнения ими своего производственного задания, т. е., чем большее количество работы произвел выпущенный из парка вагон, тем выше качество продукции депо.

Очень часто таким показателем работы вагона считают время пребывания его вне парка — на линии, абсолютно не учитывая того, что вагон за одно и то же время пребывания на линии проделывает далеко не всегда одну и ту же работу. Вагон может стоять в запасе, где-нибудь на конечном пункте, ожидать пассажиров из театра или с заседания (заказные вагоны), может продвигаться на линии с различными скоростями и т. д.

Поэтому единственно правильным показателем работы вагона является пробег, им выполняемый. Мы здесь абстрагируемся от различных условий (качество пути, напряжения тока, расстояния между остановками, наполнение вагона и т. п.), в которых этот пробег совершается.

Эти условия, с одной стороны, очень трудно поддаются учету и, с другой, как правило, являются в определенном городе более или менее однородными для всех вагонов.

Таким образом, учитывая, что пробег выявляет качество продукции депо, перед нами встает возможность установления нового синтетического количественно-качественного показателя — вагоно-километра. Продукция депо в количественно-качественном измерении — вагоно-километры — есть сумма пробегов всех выпущенных из парков вагонов или произведение числа выпущенных вагонов на средний пробег одного вагона. (В последней формулировке особенно ясным становится синтетический характер этого способа измерения продукции депо).

Вагоно-километры должны приводиться к вагоно-километру 2-осного моторного вагона, исходя из тех же соображений и руководствуясь теми же принципами и коэфициентами, как и при приведении выпускаемых депо вагонов (см. выше).

Мы выдвигаем вагоно-километр (безразлично—натуральный или приведенный) и как измеритель продукции трамвая в целом и как измеритель продукции депо. Могут возникнуть сомнения, допустимо ли измерять одной и той же единицей продукцию предприятия в целом и одного из его цехов, (не являющегося «сборочным» или выпускающим цехом), т. е. как можно с одной и той же меркой, с одним и тем же измерителем подходить к разнородным явлениям.

В каждом из указанных выше случаев вагоно-километр имеет специфическое, особое значение, соответствующее сущности явления, при его помощи измеряемого. Когда мы при помощи вагоно-километров измеряем продукцию трамвая в целом, они являются показателем пробега подвижного состава (1 000 вагоно-километров — вагоны прошли 1 000 километров), который выступает как величина, соответствующая размерам истинной продукции трамвая.

Тем самым вагоно-километр в этом случае только заменяет истинный измеритель продукции трамвая — пассажиро-километр.

Совершенно иное дело, когда мы переходим к депо. Здесь пробег подвижного состава уже не соответствует количеству продукции, а только является показателем ее качества. Вагоно-километр здесь выступает не как измеритель только количества продукции, а как синтетический количественно-качественный показатель, являющийся произведением количества

продукции (вагоны в движении) на качество ее (средний пробег одного вагона).

Остановимся еще на существующем мнении о необходимости учитывать при рассмотрении продукции депо и состояние приходящих в парк вагонов, т. е. рассматривать пробег (вагоно-километры) не только, как следствие, но и как причину, вызывающую необходимость последующей работы депо по осмотру, очистке и текущему ремонту вагонов.

Действительно, если рассматривать каждый рабочий день изолированно, то сегодняшний пробег вагона является и следствием вчерашней работы депо, и причиной завтрашней; чем больше количество вагоно-километров пробежал вагон за день, тем большую работу надо провести над ним ночью в депо.

Однако, если брать производственную деятельность депо и парка в целом, как непрерывный производственный процесс, в особенности при правильной постановке работы вагоноремонтного завода, периодически нивелирующей разницу в состоянии вагонов, то становится абсолютно ясным, что пробег подвижного состава (вагоно-километры) является не причиной, а следствием — результатом работы трамвайного депо.

Сектор движения

Сектора движения парков представляют собою «сборочный» — «выпускающий» цех, завершающий производственный цикл трамвая [1].

Сектора движения, используя продукцию всех остальных цехов трамвайного хозяйства (подвижной состав, путь, электроэнергию), осуществляют самый процесс перемещения пассажиров, являющийся конечным результатом производственного процесса — продукцией трамвая.

Таким образом, продукция сектора движения неизбежно совпадает с продукцией всего предприятия в целом и заключается в перемещении пассажиров, измеряемом пассажиро-километрами. По причинам, изложенным в предыдущей главе, мы для сектора движения парка, как и для трамвая в целом, принимаем вагоно-километр в качестве заменяющего условного измерителя продукции.

В целях сравнимости результатов деятельности секторов движения разных парков целесообразно приводить вагоно-километры к пробегу 2-осного моторного вагона.

Признак, по которому производится приведение, аналогичен принятому по парку в целом — трудоемкость обслуживания вагона.

Если мы трудоемкость обслуживания в движении 2-осного моторного вагона примем за единицу, то трудоемкость обслуживания 2-осного прицепного вагона составит 0,5, 4-осного моторного—1,5 и 4-осного прицепного — 1,0 [2].

В соответствии со своими задачами сектор движения ставит на трамвайные поезда вагонные бригады (в составе вагоновожатых и кондукторов), непосредственно осуществляющие как перемещение пассажиров, так и сбор выручки — реализацию продукции трамвая.

Вагоновожатые и кондуктора являются основными, наиболее массовыми и ведущими профессиями в трамвайном предприятии.

[1] Говоря о выпускающем цехе, мы не учитываем регулирование и частично организацию движения (диспетчеры, регулировщики и стрелочники), во-первых, в виду сравнительной малочисленности этих профессий и, во-вторых, в виду необязательности их наличия в штате трамвая (регулировщики не нужны в небольших трамвайных хозяйствах, стрелки могут переводиться автоматически или самим вожатым).

[2] При пользовании коэфициентом необходимо учесть возможность обслуживания 4-осного вагона одним кондуктором.

В Ленинграде они составляют примерно 62—63% всех работников по эксплоатации пассажирского трамвая. Отсюда понятна вся важность правильного определения результатов труда — продукции работников этих профессий.

Поэтому, мы несколько уклонимся от принятой нами системы рассмотрения вопросов продукции низовых производственно-хозяйственных единиц трамвая и, не ограничиваясь, как обычно, приведенным выше определением продукции цеха в целом, остановимся и на продукции отдельных основных профессий цеха движения — вагоновожатых и кондукторов.

В задачи вагоновожатых входит обеспечение выполнения управляемыми ими трамвайными поездами, заданного по наряду пробега.

Если отвлечься от вопросов организации движения, разрешаемых службой движения, то результатом деятельности вагоновожатых следует считать (как и продукцией сектора движения в целом)—перемещение пассажиров. Однако, исходя из указанных выше задач, непосредственно поставленных перед самим вагоновожатым, правильнее признать продукцией последнего—пробег подвижного состава.

Единицей измерения продукции вагоновожатых — пробега — должен явиться не принятый в настоящее время вагоно-километр, а поездо-километр или, что тоже самое, моторный вагоно-километр. Мы выдвигаем данный измеритель потому, что общее число вагоно-километров находится в зависимости не только и не столько от качества работы вагоновожатого, сколько от состава поездов — числа вагонов в них. Несмотря на хорошую работу — высокую производительность труда, вагоновожатый, ведущий поезд в составе двух вагонов, всегда выработает значительно меньшее количество натуральных вагоно-километров, чем вожатый с низкой производительностью труда на поезде в составе 3 вагонов. Выполнение же поездо-километров при нормальных условиях движения (отсутствие общих задержек и т. д.) зависит от самого вагоновожатого. Нужно также подчеркнуть, что измерение результатов деятельности вагоновожатых в поездо-километрах дает возможность сравнения производительности труда вагоновожатых, работающих на поездах с разным числом вагонов; измерение их в вагоно-километрах делает данные несопоставимыми.

При анализе — сравнении производительности труда вожатых, работающих на разных маршрутах, необходимо, конечно, учитывать и специфику данных маршрутов, их «трудность».

Степень «трудности» маршрутов находит свое отражение в устанавливаемой для них по наряду эксплоатационной скорости. Таким образом, сравнивая работу вожатых на разных маршрутах, мы должны применять поправочный коэфициент на заданную эксплоатационную скорость, нивелируя тем самым разные степени сложности маршрутов.

Необходимо также здесь со всей ясностью подчеркнуть, что при помощи предлагаемого нами способа учета продукции вагоновожатых в поездо-километрах мы учитываем только количество этой продукции безотносительно ее качества.

Результат деятельности, продукция вагоновожатых — пробег. Какие могут быть качественные различия между отдельными частями этой, казалось бы, столь однородной продукции. Основное качественное различие только одно — пробег может быть выполнен по расписанию и не по расписанию.[1] Отсюда показателем качества продукции вагоновожатого явится процент выполненных по расписанию рейсов.

[1] Поскольку мы говорим о продукции—пробеге, мы говорим лишь о качестве продукции, а не работы вагоновожатого, поэтому не касаемся таких важнейших показателей, как безаварийность, экономия электроэнергии и т. д.

Работа кондукторов, как мы уже указывали выше, заключается, в основном, во взимании с пассажиров платы за проезд вне зависимости от того, вносится ли она наличными деньгами или талонами. В настоящее время в производственном задании кондуктору, как результат его деятельности, указывается сбор определенной суммы выручки (талон учитывается из расчета 10 коп.). Нам представляется более правильным заменить размер выручки, как показатель результата работы, числом обслуженных пассажиров, так как трудоемкость взимания платы наличными только незначительно больше, чем при оплате проезда талонами (в случаях выдачи сдачи). Получение платы за багаж тоже должно учитываться, как обслуживание одного пассажира (трудоемкость операции равна трудоемкости получения платы за проезд пассажира).

Таким образом, устанавливаются для двух ведущих массовых профессий трамвая — вагоновожатых и кондукторов—указанные выше показатели продукции (вагоновожатые — поездо километры, кондуктора — обслуженные пассажиры), при помощи которых легко определить производительность их труда.

Путевое хозяйство трамвая

Задачи районов пути, их работы в основном сводятся к содержанию существующих путей в состоянии, вполне пригодном для бесперебойного и безопасного движения поездов. Для достижения этой цели районы производят текущий ремонт, планово-предупредительный и аварийный ремонт пути, уборку и очистку пути, смазку кривых и т. п. работы.

Продукцию района можно было бы определить физическим объемом работ по ремонту и содержанию путей, как-то: сменено столько-то погонных метров кривых или прямых, сварено столько-то стыков, убрано столько-то километров пути и т. д. Значительно более правильно, по нашему мнению (положение здесь совершенно аналогично разобранному нами при анализе продукции трамвайного депо), считать продукцией путевого хозяйства (районов пути) исправный, вполне годный для бесперебойной и безопасной эксплоатации путь в определенном измерении. Это определение продукции путевого хозяйства мы выдвигаем потому, что проводимые районом работы имеют своей конечной целью получение именно этого результата. Нам могут возразить, что протяжение эксплоатируемого пути еще не характеризует в достаточной степени результатов деятельности путевого хозяйства. Район может ухудшить ремонт и уборку путей, не закрывая их для движения. Действительно, нельзя рассматривать продукцию путевых хозяйств только с ее количественной стороны, необходимо обязательно учесть и ее качество, определяемое количеством крушений и аварий по вине пути.

Качественный показатель работы района пути — безаварийность — «число сходов с рельсов по вине пути»,—с предельной ясностью характеризует степень выполнения районом, возложенных на него задач.

Ниже мы приводим таблицу, в которой сопоставляется выполнение плана текущего ремонта по районам службы пути ленинградского трамвая с числом случаев схода с рельсов на 1 *км* эксплоатируемого пути по вине района (см. табл. на стр. 246).

Как мы видим, чем лучше выполнен план ремонта, тем меньше сходов с рельсов.

Единицей измерения продукции района пути должен явиться 1 *км* эксплоатируемого пути, приведенный к «нормальному» километру по сложности эксплоатации, показателем которой является общая ее стоимость.

Действительно, 1 *км* натурального протяжения эксплоатируемого пути говорит еще очень мало. Нельзя не учитывать особенности разных рай-

Наименование районов	Выполнение плана текущего ремонта за 1933 г.	Число сходов с рельсов по вине пути на 1 *км* эксплоатируемого пути за 1933 г.
Центральный	60%	0,725
Петроградский	62%	0,642
Василеостровский	102%	0,537
Московско-Нарвский	103%	0,550
Выборгский	121%	0,430

опов пути. Приведем, как пример, Центральный район в Ленинграде, имеющий наибольшее количество кривых с малыми радиусами, крестовин, стрелок и т. п., охватывающий центральную часть города с весьма интенсивным движением, и Петроградский, имеющий, главным образом, прямые линии с малым количеством пересечек и сравнительно менее интенсивное движение. Разная стоимость содержания и ремонта пути, в зависимости от его конструкции и интенсивности движения, должна быть обязательно учтена при определении единицы измерения продукции путевого хозяйства.

Стоимость эксплоатации трамвайных путей зависит от следующих факторов:

1) характер местности, где проложены пути (улица или пригородная линия на собственном полотне),

2) характер движения по данной линии (интенсивное, среднее или слабое),

3) тип верхнего и нижнего строения пути (тип рельсов, основания, дренажа, тип специальных частей и т. п.),

4) характер пути в плане и в профиле (количество кривых и узлов, радиусы закруглений, уклоны профиля).

Ниже нами приводятся полученные на основании опытных данных ленинградского трамвая приближенные коэфициенты приведения протяжения пути по стоимости эксплоатации, в зависимости от основных факторов [1].

В зависимости от того, где проходит данный путь (по улице или в пригороде на собственном полотне), меняются почти исключительно затраты на очистку путей, затраты на ремонт определяются главным образом 2, 3 и 4 факторами. Так как очистку пути летом и зимой приходится производить на улицах разных классов не в одинаковой степени, то для зимы и лета приходится давать различные коэфициенты.

Если стоимость очистки пути в летнее время для улиц 1-го класса принять за единицу, то стоимость очистки путей, находящихся в других условиях, можно приближенно охарактеризовать следующими коэфициентами:

На улицах 1-го класса	1
» » низших классов	0,5
» пригородных линиях, уложенных на собственном полотне	0,03
Перекрестки с интенсивным движением	2

Для зимнего времени, вследствие большей опасности заноса снегом пригородных путей, по сравнению с остальными, эти соотношения должны быть изменены, а именно:

[1] Коэфициенты предоставлены в наше распоряжение инж. Ястребовым (нач. планово-произв. сектора службы пути Лентрамвая).

На улицах 1-го класса	1
» » низших классов	0,8
» пригородных линиях	0,3
Перекрестки с интенсивным движением	1,5

В зависимости от интенсивности движения, при прочих равных условиях, соотношение стоимости эксплоатации можно выразить следующими коэфициентами (главным образом играет роль ремонт пути, а не его очистка):

С интенсивным движением (интервал между вагонами менее 3 *м*)	3,5
Со средним движением (интервал между вагонами—10 *м*)	2
Со слабым движением (интервал между вагонами более 10 *м*)	1

В зависимости от конструкции путевого устройства, при прочих равных условиях:

Для прямого пути:

Усиленная конструкция (рельсы «Ф», шпалы в щебне, дренаж, большая толщина балластного слоя и большее число шпал)	1
Тоже, но без дренажа, с меньшей толщиной балластного слоя и количеством шпал	1,15
Тоже, но на песчаном балласте	1,25
Слабое строение (рельсы «В», песок)	1,6

Для кривых:

Усиленная конструкция	1
Нормальная »	1,2
Слабая »	4

Для узлов:

Усиленная конструкция (рельсы «Ф», спец. части литые из специальных сталей)	1
Обыкновенная (рельсы «Ф», спец. части на 40%, сборные из рельсов «Ф»)	1,75
Слабая (рельсы «Ф» или «В», спец. части все сборные)	3,5

В зависимости от плана линии, при прочих равных условиях:

Прямой путь и кривой $R > 200$ *м*	1
Кривой путь $R < 200$ *м* до $R = 50$ *м*	3
Кривой путь $R < 50$ *м*	5
Узлы (сложные)	6,5

В зависимости от профиля линии:

Прямой путь и путь на уклоне до $i = 10$ ‰	1
При уклоне свыше 10‰ и до 25‰	1,15
При уклоне свыше 25‰	1,25

Энергетическое хозяйство трамвая

(Энергослужба)

Энергослужба осуществляет выпрямление, трансформирование и доставку к месту потребления—моторному вагону получаемый Лентрамваем от Ленэнерго ток.

Энергия, в виде трехфазного тока в 6 000 вольт, вырабатывается районными подстанциям системы Ленэнерго и 4-ой ГЭС, передается на 14 подстанций ленинградского трамвая и перерабатывается на постоянный ток в 600 вольт. Ток по подземным кабелям подводится к питательным пунктам воздушной сети и возвращается по обратным кабелям на подстанции.

Восемь подстанций оборудованы одноякорными преобразователями и ртутными выпрямителями, а шесть подстанций только ртутными выпрямителями.

Продукцией энергослужбы в целом является преобразованная и доставленная к моторным вагонам электроэнергия. Единицей измерения должен явиться киловатт-час.

Мы остановимся также на продукции низовых хозяйств службы: подстанциях и участках кабельной и воздушной сетей. Продукцию ремонтных бригад энергослужбы рассматривать не будем: она ясна и выражается физическим объемом произведенных ремонтных работ.

Продукцией подстанций, преобразующих переменный ток высокого напряжения в постоянный напряжением 600 вольт, является преобразованная электроэнергия, измеряемая киловатт-часами.

Задача цехов воздушной и кабельной сети заключается в содержании сетей в состоянии полной пригодности для безаварийной эксплоатации.

Поэтому, продукцией этих цехов, аналогично участкам пути, явится исправная, вполне пригодная к бесперебойной эксплоатации сеть.

Единицей ее измерения натуральный 1 *км* эксплоатируемой сети, кабельной или воздушной, в соответствии с цехом. Единицей измерения принят натуральный километр, так как сеть на всем своем протяжении более или менее однородна.

Показатель качества продукции участков сети — безаварийность—число аварий, отнесенное на 1 *км* эксплоатируемой сети.

Е. И. БЕРХМАН

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛОАТАЦИОННОГО ПЛАНА ТРАМВАЯ И ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

План трамвая (и в частности — производительности труда) требует создания стройной системы увязанных между собой показателей, с достаточной степенью полноты и конкретности отражающей и определяющей производственную деятельность трамвая. Система показателей должна так же обеспечивать возможность увязки и координации плана трамвая как с планами других городских транспортных предприятий, так и с городскими и республиканскими планами коммунального хозяйства в целом.

Существующая система нуждается в некоторых коррективах.

Поэтому, исходя из анализа системы показателей, принятой в эксплоатационном плане пассажирского трамвая (определение показателей, выяснение взаимосвязей отдельных показателей и групп их, установление места и значения показателей производительности труда и т. д.), мы намечаем пути необходимых изменений отдельных групп показателей.

Показатели уровня трамвая

Показатели уровня трамвайного хозяйства характеризуют результаты его деятельности как строительной, так и эксплоатационной, т. е. степень удовлетворения трамваем потребности в перемещениях населения данного пункта.

Эти показатели, не имеющие точек непосредственного соприкосновения с показателями производительности труда, будут рассмотрены нами бегло.

Показателями уровня трамвайного хозяйства являются:

а) норма потребления продукции трамвая на одного жителя (число поездок и число пассажиро-километров на одного жителя в год);

б) показатели, характеризующие возможность обслуживания населения основными видами оборудования трамвая, как-то: число трамвайных вагонов на 10 000 жителей и коэфициент охвата проездов города трамвайной сетью (отношение протяжения трамвайной сети по оси улиц к общей длине проездов города).

Норма потребления продукции трамвая на одного жителя не может еще охарактеризовать полностью уровень обеспечения города трамваем, так как число и дальность поездок являются производными не только и часто не столько от мощности трамвая и размеров его деятельности, сколько от размеров потребности населения данного города в перемещениях (подвижности населения). В городах с одинаковым уровнем развития трамвая, из-за ряда специфических местных условий (расположение жилья и производства, товаропроводящей сети и т. д. и т. п.), подвижность населения, а значит и число поездок на одного жителя в год, может быть разная. Поэтому приходится дополнять круг показателей «уровня» показателями, характеризующими производственные возможности трамвая по отношению к размерам

обслуживаемого населенного пункта — числу жителей и длине проездов. В перспективном плане показатели уровня развития трамвая являются показателями, характеризующими результат как плана капиталовложений, так и эксплоатационного плана и тем самым определяют конкретное содержание плана и его частей.

Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели являются центральными и определяющими в эксплоатационном плане любого предприятия в том числе, конечно, и трамвая.

Задача технико-экономических показателей это, во-первых, определить материальные ресурсы (мощность) предприятия, во-вторых, — объем его производственной деятельности — размер продукции (в трамвае в настоящее время как указано выше, — общее число вагоно- или место-километров) и, в-третьих, — установить конкретные условия, при соблюдении которых данный объем производственной программы может быть выполнен.

Технико-экономические показатели определяют производственную деятельность предприятия не только с количественной стороны, но и дают ей определенную качественную характеристику.

Так коэфициент выпуска подвижного состава, являясь, с одной стороны, количественным показателем, определяющим степень использования мощности вагонного парка, с другой стороны, в известной мере характеризует качество работы предприятия (качество работы по ремонту и содержанию вагонов).

Аналогично положение с показателями использования времени, скорости, удельным весом расходов материалов, топлива и т. д.

Все показатели могут быть разбиты на ряд следующих групп.

1-я группа — показатели мощности трамвая

Показатели мощности хозяйства определяют базу, на которой строится при определенной целеустремленности всякий план — материальные ресурсы, которыми располагает хозяйство и его производственные возможности.

В условиях трамвайного хозяйства нельзя отразить производственные возможности предприятия в каком-то одном синтетическом показателе мощности (как например в электростанциях — число киловатт установленной мощности генераторов), а требуется целый ряд, хотя и сравнительно несложных показателей.

Принятая в настоящее время в планах Лентрамвая система показателей мощности достаточно отражает все моменты, определяющие производственные возможности трамвая. Моментов этих, в основном четыре.

1) Развитие путевого хозяйства, показателями которого в плане являются: общее протяжение трамвайного пути по оси улицы и общее протяжение одиночного трамвайного пути.

2) Развитие вагонного парка трамвая, оно характеризуется общим числом пассажирских вагонов с разбивкой на моторные и прицепные и на 2-осные и 4-осные. Последнее деление (на 2- и 4- осные) часто заменяется введением в план нового показателя — числа приведенных по вместимости моторных и прицепных вагонов, что облегчает сравнение вагонных парков разных трамваев и одного и того же трамвая за ряд лет. В таких случаях все же в приложениях к плану необходимо указывать и натуральное число 2- и 4-осных вагонов.

3) Парковое хозяйство. Мощность его в планах характеризуется числом вагонных мест в парках с разбивкой их на открытые и закрытые.

4) Энергетическое хозяйство трамвая. Мощность его отражается в плане числом киловатт установленной мощности выпрямителей, в отдельности конверторов и ртутных.

Таким образом круг принятых в Лентрамвае показателей мощности хозяйства не только определяет с количественной стороны основные фонды предприятия (число вагонов, протяжение пути и т. д.), но и дает им известную качественную (техническую) характеристику (число вагонов — моторных, прицепных, 2- и 4-осных, мощность конверторов и ртутных выпрямителей и т. д.) и тем самым с исчерпывающей для нужд эксплоатационного плана полнотой характеризует мощность—производственные возможности трамвая.

II группа — показатели использования мощности

Важнейшая группа показателей, характеризующая степень использования предприятием его производственных возможностей — основных фондов.

В планах эксплоатации пассажирского трамвая эта группа представлена тремя показателями: коэфициентом выпуска вагонного парка (отношение среднего выпуска вагонов к среднему инвентарю), коэфициентом использования скорости (отношение планируемой эксплоатационной скорости к технически возможной) и коэфициентом использования времени (отношение среднего числа часов работы вагонов в сутки к 24 часам).

В плане эксплоатации Ленинградского трамвая последние два коэфициента (использование скорости и времени) отсутствуют, но они заменяются показателями, дающими абсолютные величины скорости в *км*/час и средней продолжительности работы вагонов в сутки. Такое решение практически вполне целесообразно.

Необходимо отметить, что приведенные выше показатели характеризуют использование только части основных фондов трамвая (подвижного состава). Использование таких крупнейших, в своей совокупности также определяющих размер и качество производственной деятельности трамвая сооружений, как путь и парки, использование мощности подстанций не находят себе конкретного в определенных коэфициентах выражения в плане.

Мы считаем необходимым дополнить эту группу технико-экономических показателей коэфициентами, характеризующими:

1) по путям — степень использования пропускной способности путей;

2) по подстанциям — использование установленной мощности, неравномерность нагрузки и т. п;

3) по паркам — степень загрузки вагоно-мест.

III группа показателей

Данная группа технико-экономических показателей характеризует за отчетные периоды качество работы производственных служб трамвая или вернее дополняет эту характеристику и косвенно отражает техническое состояние основных фондов. Сюда относятся:

1) Число ремонтов на линии и возвратов вагонов в парк по неисправности (отнесенное на 100 000 вагоно-километров или в процентах к выпуску вагонов). Показатели эти характеризуют как качество работы парков — этих основных низовых производственно-хозяйственных единиц трамвая—, так и косвенно техническое состояние подвижного состава.

2) Сходы с рельсов по вине Службы пути, являющиеся показателем качества работы путевого хозяйства трамвая и технического состояния пути.

3) Остальные показатели, собранные под рубрикой «Случаи на линии» — несчастные случаи с людьми, наезды и столкновения характеризуют в основном лишь качество работы и дисциплинированность вагоновожатых.

Данная группа показателей должна быть дополнена по энергетическому хозяйству трамвая процентом утечки электроэнергии в воздушных и кабельных сетях. Последние должны помимо отчета включаться в планы.

IV группа — показатели продукции

Показатели размера продукции (подробно освещенные нами выше), определяющие объем производственной программы, представлены в настоящее время в плане и отчете общим количеством вагоно- или место-километров с разбивкой их на моторные и прицепные.

V группа показателей

Выполнение производственной программы требует не только используемой определенным образом мощности, но и известных затрат рабочей силы, электроэнергии, материалов, топлива и т. д., находящих свое концентрированное выражение в себестоимости продукции. Эти затраты находят свое отражение в системе технико-экономических показателей в виде показателей расходов различных элементов и всей совокупности их (сумма затрат) на единицу продукции. Например: расход электроэнергии на 1 вагоно-километр, расход материалов на 1 вагоно-километр и т. д., себестоимость 1-го вагоно-километра.

Себестоимость продукции — важнейший результативный показатель, в котором отражается вся эксплоатационная деятельность предприятия. Дать полный анализ себестоимости — значит дать анализ работы всего хозяйства в целом. Сугубая важность вопросов себестоимости не позволяет нам ограничиваться в плане только одним общим суммарным показателем себестоимости. Необходимо его раскрыть — показать и обосновать каждый из элементов, составляющих в своей сумме себестоимость продукции. В план обязательно включаются таблицы калькуляции себестоимости по видам и элементам затрат, которые содержат целую систему показателей, характеризующих с достаточной полнотой затраты всех родов как по трамваю в целом, так и по его отдельным низовым производственно-хозяйственным единицам. Калькуляции, приводимые в настоящее время в эксплоатационных планах ленинградского трамвая составлены с достаточной полнотой, и показатели их в известной мере корреспондируют остальным формам плана (планы расхода материалов, электроэнергии, рабсилы и т. д.).

В настоящее время показатели расходов материальных и денежных средств начинают проникать в систему технико-экономических показателей трамвая.

Однако существует еще точка зрения, что показатели производительности труда не должны иметь места в системе технико-экономических показателей трамвая, так как количество потребной рабсилы исчисляется исходя не из объема производственного задания и производительности труда, а из возможной нагрузки по обслуживанию 1-го аггрегата (вагона и т. п.). Таким образом, по мнению придерживающихся подобных взглядов, показатели производительности труда являются лишь результатом простого деления общего количества продукции на количество рабочей силы.

Мы считаем неправильным рассматривать показатели производительности труда только как инструмент для исчисления числа необходимых для бесперебойности производственного процесса рабочих. Во-первых,

показатель производительности труда является, как далее будет показано, концентрированным показателем правильной организации труда и успешности работы предприятий. Во-вторых, отнюдь не все части производственного процесса трамвая требуют, при подсчете необходимого для их осуществления количества рабсилы, применения аггрегатного метода. Почти всюду, за исключением секторов движения парка, подстанций и диспетчерской службы возможен, подсчет числа рабочих, непосредственно исходя из производительности их труда и объемов производственного задания. Наконец, в-третьих, самое главное заключается в том, что размер продукции данного аггрегата, скажем — трамвайного поезда, зависит далеко не только от самого факта его работы, обусловленного наличием определенного количества рабочих, его обслуживающих, а от того, как эти рабочие работают, от качества их работы, от производительности их труда. Вагоновожатый может вести поезд с самыми разнообразными скоростями, вырабатывая тем самым за рабочий день далеко не одно и то же, обязательное для поезда данного состава и типа вагонов, количество продукции — поездо-километров. Далее — при увеличении продукции каждого аггрегата для выполнения производственной программы по предприятию в целом может потребоваться меньшее количество аггрегатов и тем самым, в результате правильного планирования производительности труда, можно воздействовать и на количество занятых в трамвае рабочих.

Лучшим доказательством правильности высказываемого нами положения являются результаты введения в ленинградском трамвае новой премиальной системы оплаты труда вагоновожатых, резко улучшившей регулярность движения и повысившей эксплоатационную скорость.

Положение здесь аналогичное с положением на ряде промышленных предприятий. Например, на текстильной фабрике число ткачих обычно исчисляется исходя из наличного количества станков-аггрегатов в зависимости от количества обслуживаемых ткачихой станков. Однако никогда еще не ставился вопрос об исключении из планов ткацких фабрик определенных показателей производительности труда ткачих, так как те же станки, при различной производительности труда работающих на них, могут дать неодинаковое количество продукции.

Следовательно, несомненно, что показатели производительности труда должны быть сохранены в системе технико-экономических показателей трамвая. Может быть только поставлен вопрос о недостаточной характерности принятого показателя производительности труда (число вагоно-километров на одного списочного работника) и необходимости ввести новый показатель, исчисленный по индексному методу на основании производительности труда в низовых производственно-хозяйственных единицах трамвая.

VI группа—показатели качества обслуживания населения

Данная группа технико-экономических показателей должна характеризовать качество обслуживания трамваем населения города. Вся важность показателей этой группы понятна без особых разъяснений, повышение качества обслуживания трудящихся — основная задача деятельности трамвая.

В настоящее время в эксплоатационном плане пассажирского трамвая мы находим только один такой показатель — среднее наполнение вагона. Этот показатель требует очень осторожного к себе подхода, в виду резких колебаний нагрузки трамваев по часам дня.

Показатели качества обслуживания населения должны быть значительно дополнены: в первую очередь очень важными для пассажира показателями: скорость сообщения и регулярность трамвайного движения.

В соответствии с целевой установкой работы, мы в системе показателей особо выделяем показатели по труду и по производительности труда.

Показатели по труду

Показатели плана по труду распадаются на три основные группы:
1) показатели количества рабочей силы и подготовки кадров,
2) » фонда заработной платы,
3) » зарплаты (средней).

Все три группы строятся в разрезе отдельных низовых производственно-хозяйственных единиц Треста с разбивкой на рабочих, служащих, ИТР и МОП, причем отдельно выделяются две ведущие и наиболее массовые профессии — вагоноважатые и кондуктора.

Принятая в «Лентрамвае» система показателей плана по труду в достаточной мере полна. Целесообразно дополнить ее выделением в плане не только двух ведущих профессий, но и остальных специальностей, хотя бы и менее массовых.

Показатели количества рабочей силы в отдельных случаях строятся исходя из числа аггрегатов в действии — эксплоатации и необходимого количества работников по обслуживанию одного аггрегата; так, например, рассчитывается число вагоноважатых, кондукторов и т. п. В большинстве же случаев исходят из заданных объемов продукции и показателей производительности труда, например, количество работников по уборке и обтирке вагонов.

Показатели средней заработной платы имеют базой директивные указания вышестоящих организаций по политике заработной платы и опять те же показатели производительности труда, так как только рост производительности труда может обеспечить как планомерное нарастание размеров социалистического накопления, так и прирост заработной платы.

Показатели фонда заработной платы получаются в результате перемножения численности отдельных групп работников на их соответствующую среднюю зарплату при строгом соответствии с заданным фондом.[1]

Показатели производительности труда

Показатели производительности труда должны строится на основе плана организационно-технических мероприятий по подъему производительности труда и теснейшим образом увязываться и взаимодействовать с другими технико-экономическими показателями, показателями по труду и себестоимости. План организационно-технических мероприятий должен составляться по отдельным низовым производственно-хозяйственным единицам трамвая и быть в достаточной мере детальным и конкретным.

В эксплоатационных планах трамваев существует только один показатель производительности труда, а именно: число вагоно-километров на одного списочного работника. Показатель «число работников на один вагон в движении», принятый во многих трамваях нашего Союза, как показатель производительности труда, таковым отнюдь не является. Число работников на вагон в движении характеризует только количество рабочей силы, приходящееся на единицу основного оборудования трамвая, а никак не производительность труда его работников. Показа-

[1] В настоящее время в коммунальных предприятиях все большее распространение приобретает принятый в промышленности порядок расчета, а именно: в начале расчитывают фонды зарплаты—часовой, дневной и месячной, а затем средне-месячная зарплата получается путем деления месячного фонда на списочный состав работников.

тель этот может быть использован только как подсобный при грубой проверке правильности расчета количества рабочей силы. Показатель «число вагоно-километров на одного списочного работника» не может удовлетворять всем тем запросам, которые мы предъявляем к показателям производительности труда, не говоря уже о том, что он является в настоящее время производным от размеров продукции и количества рабсилы, а не одним из определяющих их.

Система показателей производительности труда в плане эксплоатации пассажирского трамвая должна состоять из:

1) строящихся на основе планов организационно-технических мероприятий показателей производительности труда по отдельным низовым производственно-хозяйственным единицам трамвая;

2) общих сводных по предприятию в целом показателей, характеризующих производительность труда по всему трамваю.

Вагоно- или место-километры являются в настоящее время единицами измерения продукции трамвая в целом, и количество их на одного работника за определенный промежуток времени отвечает марксистскому определению производительности труда, как количество продукции произведенное в единицу времени. Но число вагоно-или место-километров на одного списочного работника не может явиться единственным показателем производительности труда трамвая в целом.

Несмотря на то, что бесперебойная производственная деятельность трамвайного предприятия невозможна без работы служб пути, тока и т. п., выпуск окончательной продукции его находится в непосредственной зависимости, главным образом, от качества работы персонала депо и вагоновожатых, обеспечивающих выпуск вагонов на линию и их движение.

Возможны и неоднократно встречаются в практике случаи, когда при безукоризненной работе путевых и энергетических хозяйств трамвая, вследствие прорыва в выпуске вагонов, число вагоно- и место-километров резко падает и тем самым почти в той же степени падает производительность труда, выраженная в числе вагоно- или место-километров на одного работника, несмотря на стабильность или даже рост производительности труда ряда значительных групп рабочих трамвая. В плане необходимо наличие еще одного показателя производительности труда в целом по трамваю, исчисленного по индексному методу на основании показателей производительности труда по низовым производственно-хозяйственным единицам трамвая. Этот новый показатель вместе с числом вагоно- или место-километров на одного списочного работника даст полную картину динамики изменений производительности труда по трамваю в целом.

Рассмотрим теперь взаимосвязи показателей производительности труда с остальными группами показателей эксплоатационного плана пассажирского трамвая.

В тех случаях, когда потребная рабочая сила исчисляется, исходя из количества работников, необходимых для обслуживания отдельных аггрегатов (например, при расчете числа вагоновожатых и кондукторов), показатели производительности труда в конечном итоге определят, при заданном объеме продукции, — число функционирующих аггрегатов (в нашем случае число трамвайных поездов). При заданном коэфициенте использования имеющихся аггрегатов та или иная степень производительности труда определит собой количество выпускаемой продукции. Чем выше производительность труда вагоновожатых при стабильном количестве вагонов в движении, тем большее количество вагоно и место-километров будет сделано трамваем и, наоборот, уменьшение производительности труда сразу же скажется в уменьшении выпуска продукции.

В случаях, когда планирование численности рабочей силы производится, исходя непосредственно из норм расхода рабочего времени на единицу продукции, при заданном производственным планом количестве продукции, при помощи показателей производительности труда определяют количество необходимой рабочей силы.

Степень прироста производительности труда обычно определяет собой возможный прирост средней зарплаты, который должен быть всегда ниже прироста производительности труда, чтобы обеспечить необходимое социалистическое накопление.

В виду важности вопроса особо выделяем связь с показателями себестоимости.

Вопросы производительности труда теснейшим образом увязаны с вопросами себестоимости. Чем выше при прочих равных условиях производительность труда, тем ниже себестоимость и, наоборот, падение производительности труда незамедлительно скажется на повышении себестоимости. Особо значительна роль производительности труда в установлении себестоимости продукции трамвайного хозяйства, где около половины расходов по эксплоатации пассажирского трамвая составляет зарплата.

Необходимо только указать на разную степень воздействия на изменение себестоимости, которую оказывает повышение производительности труда различных категорий работников трамвая. Оставляем в стороне абсолютно ясный вопрос о влиянии на себестоимость повышения производительности труда разных по количеству и размерам средней зарплаты групп рабочих.

Необходимо отметить, что при калькуляции себестоимости на один вагоно- или место-километр изменение производительности труда работников парков, продукция которых непосредственно совпадает с продукцией всего трамвая в целом, изменяет в себестоимости единицы продукции не только долю заработной платы этих работников, но и вообще долю заработной платы всех работников трамвая. Кроме того, при этих условиях меняется вообще доля расходов всех других (кроме парков) производственных единиц трамвая (за исключением расходов по приобретению электроэнергии для движения).

Мы ограничились при анализе системы показателей трамвая только рассмотренными выше группами показателей, так как остальные группы не имеют точек непосредственного соприкосновения с показателями производительности труда.[1]

[1] Более детально система показателей разработана ЛНИИКХ в теме: «Методика составления контрольных цифр», которая частично использована нами в настоящей работе.

А. И. МЕДВЕДСКИЙ

ПЛАН ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И МЕТОДИКА ЕГО СОСТАВЛЕНИЯ

по отдельным хозяйственным единицам и в целом по Тресту

В предыдущих частях работы указано, что показатель производительности труда является концентрированным показателем, в котором комплексно отражаются сдвиги во всей производственной жизни как отдельных частей предприятия, так и всего хозяйства в целом.

Производственный процесс эксплоатационной деятельности Треста «Лентрамвай» (перевозки пассажиров) складывается из следующего целого ряда процессов:

1) выпуск вагонов на линию после ночного осмотра, ремонта и уборки их, обеспечение вагонов вагонными бригадами (вагоновожатыми, кондукторами),

2) содержание рельсового пути,

3) питание воздушной сети электроэнергией,

4) движение.

Вот эти 4 основных производственных процесса составляют производственный цикл, обеспечивающий трамвайное движение. Каждый из них представляет собою самостоятельную часть хозяйства, значительную по объему.

Осмотр вагонов, текущий ремонт и уборка производятся в парке, последний обеспечивает вагоны вагонными бригадами.

Движение осуществляется указанными вагонными бригадами и регулируется диспетчерским аппаратом.

Содержание пути, т. е. текущий ремонт, смазка и уборка осуществляются Службой пути.

Питание воздушной сети, т. е. переработка электроэнергии на постоянный ток, передача последнего по сети, содержание сети воздушной и кабельной осуществляется Энерго-службой.

Производственная деятельность каждой из вышеуказанных хозяйственных единиц в свою очередь представляет собою ряд сложных производственных процессов, находящихся в непосредственной зависимости друг от друга.

Поэтому, по каждой такой производственной единице на основе ее законченного производственного процесса необходимо иметь самостоятельный производственный план, включающий показатель производительности труда.

Показатель производительности труда должен быть дан как по каждому производственному процессу, так и по производственной единице в целом. Так, например, по депо показатель дается отдельно по ночному осмотру, по уборке вагонов, по текущему ремонту, по профилактическому ремонту и т. д.

Основной функцией трамвайного депо следует считать ремонт и содержание подвижного состава в соответствии с требованиями технической эксплоатации.

Все это осуществляется следующими цехами и группами:

а) основными — цехом профилактического осмотра и ремонтно-сборочным,

б) вспомогательными цехами—заготовительным и цехом механика,

в) отдельными группами общедеповских рабочих, которые не относятся ни к одному из перечисленных выше цехов (уборщики вагонов, смазчики, перегонщики и т. д.).

Вышеуказанные цеха и группы выполняют следующие работы:

1. Цех профилактического осмотра. Осуществляет осмотр подвижного состава по каждому виду оборудования. Осмотр производится определенным постоянным составом рабочей силы. Эти работы проводятся в целях приведения вагонов в состояние, отвечающее нормальным требованиям технической эксплоатации на линии.

2. Ремонтно-сборочный цех:

а) Текущий ремонт — включает работы по ремонту неисправностей или повреждений при возвратах вагонов в парк, которые поддаются быстрому исправлению.

Сюда входит тот случайный текущий ремонт неисправностей, обнаруженных при осмотре, который не может быть выполнен при ночном осмотре.

б) Плановый ремонт отдельных видов оборудования вагонов по установленным календарным графикам.

в) Малый периодический ремонт вагонов[1], который может производиться в ВАРЗе.

3. Заготовительный цех. Выполняет работы по заготовке и ремонту запасных частей в мастерских: слесарно-механической, кузнице, электромеханической, сварочной, жестяничной, столярной, малярной, обмоточной и т. д.

4. Цех механика. Выполняет работы по ремонту оборудования депо, работы по обслуживанию паро-силовых, осветительных и энергетических установок; мелкий текущий ремонт производственных зданий и сооружений, работа по технике безопасности.

5. Общедеповские работы:

а) формирование поездов — приемка вагонов при спуске (возвращении) вагонов в парк, расстановка их по траншеям, кантовка и перегонка их в случаях надобности, сцепка вагонов, навеска вывесок и обеспечение сигналами,

б) уборка вагонов,

в) сушка песка,

г) внутрипарковый транспорт — транспортировка материалов всеми способами,

д) материальные и инструментальные кладовые,

е) уборка парковских зданий и территории парка.

Сюда входят работы по уборке сараев, траншей, территории парка.

Установив классификацию работ трамвайного депо, необходимо составить номенклатуру профессий и квалификаций, разграничив рабочих на производственных и подсобных.

Показатель производительности труда исчисляется на производственных рабочих, т. е. на рабочих, принимающих непосредственное участие в ночном осмотре, текущем и профилактическом ремонтах и т. д. Причем отдельно по подсобным рабочим показатель производительности труда на современном уровне планирования, учета и построения самого процесса

[1] Периодические ремонты, в том числе и малый, следовало бы производить в ВАРЗе.

работы этих рабочих, не исчисляется. В целом же по депо, по парку и т. д. показатель исчисляется на всех рабочих, включая и подсобных.

По Тресту в эксплоатационном плане показатель производительности труда должен найти свое место в системе прочих показателей по труду; при этом этот показатель должен быть обоснован соответствующими расчетами по отдельным факторам.

В сводном эксплоатационном плане, составленном на основе планов отдельных хозяйственных единиц, показатель производительности труда может быть дан как аггрегатным методом, т. е. выражен в вагоно-километрах, так и индексным методом и показан в виде динамического показателя в проценте роста.

1. Показатель общий по отдельным хозяйственным единицам

В предыдущих частях работы установлено, что производительностью труда, согласно марксистско-ленинского понимания, следует считать количество потребительских стоимостей, выработанных в единицу времени.

Следовательно, выбор показателя производительности труда упирается в установление продукции данной хозяйственной единицы.

Решение этой проблемы усложняется тем, что в различных хозяйственных единицах и, даже больше того, внутри этих хозяйственных единиц характер продукции крайне разнообразен.

Если в промышленных предприятиях определение продукции, единицы ее измерения представляет значительные, как уже отмечалось в предыдущих главах, трудности, то коммунальное хозяйство и, в частности, трамвайное хозяйство с его специфичностью, чрезвычайной своеобразностью и сложностью производственного процесса в решении этой проблемы представляет наиболее трудный участок.

Так как отдельные хозяйственные единицы и внутри их отдельные цеха имеют свои производственные особенности, для планирования и учета производительности труда в них необходимо установить самостоятельные показатели продукции, т. е. единицу измерения последней.

Единица измерения продукции, в которой будет выражаться производительность труда, должна удовлетворять следующим основным требованиям:

1) Единица измерения должна позволять совершенно точно определять количество этой продукции.

2) Единица измерения продукции должна позволять устанавливать влияние отдельных факторов на рост выработки этой продукции.

3) Для предприятия в целом единица продукции должна давать возможность планирования и учета как по отдельным цехам предприятия, так и по всему предприятию в целом.

4) Единица продукции должна давать возможность сравнения на всех участках работы.

Такой, хотя и не вполне удовлетворяющей вышеуказанным требованиям, единицей измерения продукции для всей эксплоатации Треста устанавливается, как указано в предыдущих разделах, — вагоно-километр. Для Службы пути километр обслуживаемого пути, а для района — приведенного пути; для Энерго-службы в целом киловатт-час переработанной и доставленной энергии; для рабочих по ремонту и содержанию сети тока — километр обслуженной воздушной и кабельной сети; для парка в целом — вагоно-километр; для депо — выпуск приведенных по трудоемкости вагонов на линию; для вагоновожатых — моторо-вагоно-километр; для кондукторов — количество обслуживаемых пассажиров.

2. Элементы плана по производительности труда

Показатель производительности труда, являясь концентрированным показателем организации труда и успешности работы предприятия, требует особой тщательности при его исчислении. Планирование производительности труда составляет одну из основных частей всего плана предприятия и занимает в плане по труду ведущее место. Составление плана по производительности труда очень сложно, особенно в условиях трамвайного хозяйства.

Как уже указывалось в предыдущих разделах, трамвайное хозяйство имеет весьма сложный технологический процесс и слабо разработанную методику планирования. Опыт промышленных предприятий еще не достаточно использован в трамвайном хозяйстве.

Парки и отдельные службы по настоящему планирования производительности труда до сих пор не вели. Показатель в плане они получали, как производную величину от запроектированного количества вагонокилометров и списочного количества рабочих,—величину, не увязанную с прочими разделами общего плана, т. е. не увязанную ни с нормативами по рабсиле, ни с уровнем зарплаты, ни с принятой себестоимостью.

Необходимо составить такой план производительности труда, который бы позволял сознательно воздействовать на отдельные факторы в процессе хозяйственной работы предприятиям и тем самым обеспечить запроектированные темпы роста производительности труда.

План по производительности труда должен состоять из следующих элементов:

1) план оргтехмероприятий,
2) факторы производительности труда,
3) расчет эффективности отдельных факторов,
4) расчет роста производительности труда за счет отдельных факторов,
5) исчисление средних показателей на человеко-час, человеко-день и списочного рабочего,
6) динамика производительности труда.

В последующих разделах мы подробно остановимся на каждом из вышеуказанных элементов плана по производительности труда, дав содержание и значение каждого из элементов.

3. План оргтехмероприятий

Базой для расчетов плана по производительности труда является технологический процесс и организация работ с учетом плана организационно-технических мероприятий.

Как правило, в коммунальных хозяйствах и в трамвае в частности план организационно-технических мероприятий не разрабатывался, если не считать некоторых попыток со стороны отдельных хозяйств дать набросок мероприятий в целях увеличения выпуска продукции или улучшения ее качества. При этом такой упрощенной план, обыкновенно только технических мероприятий, не был обеспечен ни соответствующими расходами в финплане, ни соответствующими заявками на новые виды материала, оборудования и инструмента.

Целью составления плана организационно-технических мероприятий является повышение производительности труда, увеличение выпуска продукции, снижение себестоимости, улучшение качества продукции и т. д.

План оргтехмероприятий должен включить мероприятия рационализаторские, мероприятия, вытекающие из научно-исследовательских работ, мероприятия по техпропаганде, мероприятия организационного порядка.

Построение плана оргтехмероприятий может быть различное. План оргтехмероприятий может быть построен общий или раздельно по улучшению продукции, по снижению себестоимости, по повышению производительности труда.

Мы можем рекомендовать составление самостоятельного плана мероприятий, влияющих на рост производительности труда.

Ниже мы будем говорить о плане оргтехмероприятий лишь только в той части, которая имеет непосредственное отношение к плану по производительности труда.

План оргтехмероприятий может составляться единый для всего трампарка, но обязательно в разрезе отдельных цехов. Для эксплоатационного плана, составляемого в Тресте, план оргтехмероприятий разрабатывается для всей эксплоатации в целом, но обязательно в разрезе отдельных служб.

Разработанный план оргтехмероприятий необходимо соответствующим образом оформить. Мероприятия, запроектированные в плане, должны быть четко изложены, при этом указывается начало действия мероприятия, ответственное за разработку мероприятия лицо, а также лицо, ответственное за его введение и дается расчет эффективности.

Ниже мы приводим примерный план, частично уже разработанный в парке Калинина.

Примерный план оргтехмероприятий трампарка

Ночной осмотр

№ № п/п	Наименование мероприятий с указанием сущности их	Дата введения в действие	Ответств. за проработку мероприятия лицо	Ответственное за введение в действие мероприятия лицо	Эффективность (экономия в чел.-часах)
1	Организация для бригадиров ларя с необходимым наличием запчастей и деталей, с возложением на бригадиров ответственности за правильное распределение деталей	1/III	Начальник производства	Начальник производства	Экономия выразится в 840 мин. на одну раздачу
2	Увеличение числа песочных ящиков на задней веере и перенос их ближе к осматриваемым вагонам	1/V	Начальник производства	Начальник производства	Экономия выразится в 42 мин. на подноску песка в ночь
3	Сделать два оборотных комплекта тормозных валиков и рычагов для быстрейшей замены неисправных	1/IV	Мастер цеха	Начальник производства	Экономия выразится для тормозных работ на 21 минуту
4	Для предотвращения распадения валиков, буксовых рессор делать проточку около головки глубиной 1,5 *мм* и длиной 1 *мм*	1/III	Мастер цеха	Начальник производства	Экономия на работах ходовиков ночн. смены 42 мин.

№№ п/п	Наименование мероприятий с указанием сущности их	Дата введения в действие	Ответств. за проработку мероприятия лицо	Ответственное за введение в действие мероприятия лицо	Эффективность (экономия в чел.-часах)
5	Внедрить карты технологического процесса на осмотр вагонов и уборку вагонов	1 III	Трест	Технический руководитель	Экономия времени по ночной смене 840 мин.
6	Ввести механич. обмывку вагонов	1 IV			Экономия времени на 6%
7	Разработать правила внутреннего распорядка	1/I	Плановый отдел		Уплотнение рабочего дня всех рабочих даст экономии 1 260 мин.

Примерный план оргтехмероприятий трампарка

Текущий и профилактический ремонт

№№ п/п	Наименование мероприятий с указанием сущности их	Дата введения меропр.	Ответств. за проработку мероприятия лицо	Ответственное за проведение в действие меропр. лицо	Эффективность (экономия в чел.-час. и в % уплотненности дня)
1	Устроить в траншеях столы для снимаемых с вагонов моторов	1/IV	Механик парка	Механик парка	Экономия времени выразится в 42 минуты
2	Заготовить ларь для моторщиков с целью хранения всех деталей моторов, не законченных ремонтом	1 IV	Десятник		Экономия времени 150 минут
3	Сделать более высокую тележку для подвозки моторов	1/IV		Начальник производства	Экономия времени 450 минут
4	Перенести сверловочный станок из слесарно-механич. мастерской в контрольную мастерскую	1/VII	Механик парка	Механик парка	Экономия времени 1 350 минут
5	Сделать высокие козлы для тележек с целью избежания подъемки их при выкатке и подкатке полускатов	1 VIII	Десятник	Начальник производства	Экономия 150 минут
6	Сделать два оборотных комплекта тормозных валиков и рычагов для ускорения замены неисправных	1/IV	Мастер механической мастерской	Начальник производства	Экономия 75 минут
7	Упразднение предупредительного гудка за 5 мин. до обеденного перерыва и до конца работы	1/I		Директор парка	Уплотнение рабоч. дня на 625 минут
8	Внедрить технологические карты	1/V	Трест	Технический руководитель	Экономия 450 минут
9	Разработать правила внутреннего распорядка	1/II	Нач. планового отдела	Директор парка	Уплотнение рабоч. дня на 1 350 минут

К плану оргтехмероприятий прилагается объяснительная записка, в которой даются подробные расчеты эффективности мероприятий.

Разработанный и соответственно оформленный план оргтехмероприятий должен быть увязан с другими частями эксплоатационного плана, а именно: расходы на приобретение оборудования, инструмента и пр. с финпланом, само оборудование, инструмент и т. д. с планом по снабжению. Последнее обеспечивается договорами с поставщиками. Но самое важное увязать план оргтехмероприятий, их эффективность с нормами рабсилы, с оперативным расчетом рабочей силы.

В целях увязки с последним, следует, исходя из запроектированной эффективности мероприятий, составить сводную таблицу изменений укрупненных норм по предлагаемой нами нижеследующей форме:

№№ п/п	Наименование детали, вида оборудования или работы	Профессия и квалификация		Нормы времени		Дата введения проектируемой нормы	Плановая средняя норма для расчета рабсилы
		Существующая	Проектируемая с учетом соответств. мероприятий	Существующая	Проектируемая		

Расчет средне-годовой плановой нормы на рабсилу можно рекомендовать производить следующим образом:

$X = \frac{a \cdot в + a^1 \cdot в^1}{в + в^1}$, где—а—существующая норма ,a^1—норма запланированная, в—срок действия существующей нормы, $в^1$—срок действия запланированной нормы. Допустим, что мероприятие, снижающее норму расхода рабсилы на изделие, начнет действовать не с начала года, а, скажем, с апреля месяца, тогда в течение 1-го квартала будет действовать существующая норма, и в течение остальных 9-ти месяцев будет действовать уже новая запланированная норма.

Средне-годовая плановая норма выразится:

$$\frac{a \cdot 3 + a^1 \cdot 9}{12}$$

Естественно, что по некоторым мероприятиям, в особенности по научно-исследовательским работам с большой продолжительностью, чрезвычайно трудно предвидеть эффективность. Последняя в таком случае вычисляется приближенно. По некоторым мероприятиям совершенно не представляется возможным на современном уровне техники учета дать расчет эффективности; тогда на долю таких мероприятий, не поддающихся подсчету, следует без отражения на норме дать некоторый процент их эффективности, отразив это на общем количестве рабочих, потребных для выполнения программы. Подробно об этом будет указано ниже.

4. Установление факторов производительности труда

Составив план оргтехмероприятий и исчислив их эффективоость, необходимо перейти к группировке мероприятий по основным факторам производительности труда.

Такими основными факторами для трампарков будут следующие:

I. Ввод нового оборудования и приспособлений (установка кузнечных молотов, станков, новые 4-осные вагоны и т. д.).

II. Механизация:

а) механизация ручных процессов (введение подъемных приспособлений, замена ручной сверловки станочной, внедрение сварки), механизация уборки вагонов, механизация подъемки рельсов, шпал, резки рельсов, очистки пути, смазки кривых, натяжки проводов, кабельных работ;

б) механизация транспортировки (подвозка запасных частей, отремонтированных частей, механизмов и отвозка снятых частей и механизмов и т. д.).

III. Реконструкция действующего оборудования (реконструкция моторов, тормозов, грузовых и других стрелок, станков и т. д.).

IV. Ввод нового инструмента.

V. Организация рабочего процесса и места (прикрепление вагонов к траншеям и рабочих к вагонам, организация сборных и сквозных бригад, расположение инструмента, чистота, освещение и т. д.).

VI. Оперативное планирование (график спуска вагонов, график текущего ремонта, предварительная дача производственного задания сменам, бригадам и отдельным рабочим).

VII. Организация и систематическое проведение производственного инструктажа (внедрение технологических карт).

VIII. Организация зарплаты (ликвидация уравниловки, внедрение сдельщины и премиальных систем.

IX. Увеличение объема производства:

а) увеличение выпуска вагонов;

б) увеличение объема производства запасных частей, текущего и периодического ремонта за счет догрузки действующих смен и оборудования, а также увеличения сменности.

X. Уменьшение брака (возвратов, ремонтов на линии).

XI. Укрепление труддисциплины (уплотнение рабочего дня за счет изжития хождений, разговоров во время работы, самовольного оставления работы до гудка, удлинение обеденного перерыва и т. д.).

XII. Соцсоревнование, ударничество и хозрасчетные бригады.

XIII. Ликвидация текучести.

XIV. Организация культурно-бытового обслуживания (организация рабочего снабжения, общественное питание, ясли, очаги, дома отдыха, санатории, жилищные условия, культурное обслуживание и т. п.).

XV. Увеличение продолжительности рабочего года одного рабочего (изменение невыходов, изменение режима рабочей недели и т. д.). Этот фактор влияет только на месячную производительность труда.

Приведенный перечень факторов может быть видоизменен путем дальнейшего дробления их.

Указанные выше групповые факторы могут быть применимы как для всего предприятия в целом, так и для отдельных цехов, и разница будет лишь в объеме и содержании каждого фактора и удельном весе его влияния на рост производительности труда. Так механизация наибольшее значение будет иметь по Службе пути и в депо и меньшее ее значение в настоящих условиях будет для рабочих движения.

Лучшее использование существующего оборудования, как фактор, будет иметь наибольшее влияние в парковых мастерских и мастерских Службы тока. Некоторые факторы, как например, организация рабочего места, улучшение технического нормирования, будут иметь большое влияние в мастерских, ночном осмотре, дневном ремонте и значительно меньшее в движении по вагонным бригадам.

5. Расчет эффективности отдельных факторов

Выше мы уже определили, что под производительностью труда надо понимать выработку в единицу времени. Следовательно, факторы производительности труда должны влиять либо непосредственно на уменьшение времени, потребного для выработки единицы продукции, либо на уплотнение рабочего дня и года одного рабочего и тем самым уменьшение среднесписочного количества рабочих.

Группируем мероприятия, запроектированные в оргтехплане по факторам, установленным в предыдущей главе.

Эффективность факторов I, II, III и IV выражается в изменении времени, необходимого на выполнение каждой операции в отдельности и непосредственном уменьшении количества человеко-часов, потребных на производство всех операций.

При хорошо разработанном плане оргтехмероприятий подсчет эффективности этих факторов может быть произведен на основе исчисленной в плане экономии в человеко-часах. Последняя исчисляется как разница между количеством затраченного времени на весь объем продукции в нормах базисного периода и в нормах планируемого периода.

Причем при разработке плана оргтехмероприятий и подсчете эффективности надо помнить, что существующие технические нормы еще далеко не соответствуют полному освоению аггрегата, надо помнить указание тов. Орджоникидзе, что «Наши технические нормы вырабатываются в работе, вырабатываются в процессе освоения» [1]. Поэтому движение вперед в производительности труда может быть не при застойной «технически обоснованной норме», а при норме, выработанной в процессе все большего и большего освоения техники. Только тогда, когда мы будем в состоянии «...выжать из техники максимум того, что можно из нее выжать [2]» только тогда эти нормы будут действительно «технически обоснованными нормами».

Приведем ряд примеров. Вводятся новые револьверные станки вместо мелких токарных арматурных станков. Эффективность выразится в разнице между нормой времени на изготовление данной конкретной детали на старом станке и на новом. Экономия на всем процессе изготовления мелких деталей по расчетам в нашем примере достигает от 40 до 60%. Удельный вес арматуры составляет 30% от всей загрузки станочного цеха. Допустим, что для изготовления всех изделий по старым нормам потребовалось бы — 10 000 человеко-часов, тогда при введении нового станка потребуется человеко-часов от 4 000 до 6 000. Можно было бы подсчитать и более точно экономию, но для этого надо иметь программу цеха по каждому виду изделий, чего в настоящее время еще нет, поэтому приходится исходить из фактического выпуска изделий за предшествующий период. Полученная экономия в человеко-часах должна найти отражение на потребном количестве рабсилы или путем уменьшения нормы на изделия, если расчет рабсилы производится по нормам времени, или путем уменьшения количества рабочих данного цеха соответственно полученной экономии. Это сокращение в нашем примере должно выразится 4 000 ч. : 1 950 ч. = 2,05, т. е. на 2 чел. (1 950 час. — это рабочий год одного рабочего в часах).

Устанавливается отдельный станок на складе для заготовления материалов с разрезкой металла. Это мероприятие освобождает всех станоч-

[1] Речь тов. Орджоникидзе на Совете при Наркоме тяжелой промышленности 12 мая 1935 г.

[2] И. Сталин. Речь в Кремлевском дворце на выпуске академиков Красной армии.

ников от резки материала на токарных станках. Путем фотографии рабочего дня устанавливается, что токаря тратили на данную операцию по 35 минут, таким образом, освобождается у токарей 8,3% рабочего дня или на указанный процент сокращается число этих рабочих. Кроме того, слесаря освобождаются от ручной резки сортового железа; экономия во времени устанавливается путем фотографии рабочего дня и выражается в разнице между затратой времени на ручной резке и механической. Применение резцов с наплавленной пластинкой твердых сплавов сокращает время обдирочных работ в 2—2½ раза.

Вводится механическая обмывка вагонов. Отпадает внешняя ручная обмывка вагона, на которую затрачивалось 0,5 часа на вагон, а при механизации затрачивается 10 минут, следовательно, на одном вагоне экономится 20 минут. Если парк ежедневно выпускает 80 вагонов, то, следовательно, экономия во времени будет $20 \times 80 = 1\,600$ минут или 26,6 часов или 4,4 человека (мойщиц).

Такая же методика подсчета и по остальным мероприятиям этих факторов.

Эффективность факторов V, VI, VII выражается в уменьшении подготовительного, заключительного, вспомогательного и добавочного времени на данном рабочем месте. Например, если вагоны не прикреплены к траншеям, рабочие затрачивают некоторое время на розыск вагона. Фотографией отдельных процессов установлено, что на розыск вагонов бригада из 10 чел. теряет 50 минут или в течение планируемого периода она потеряет (для года) $50 \times 365 = 18\,250$ мин. или 304 часа в год.

Внедрение графика прикрепления вагонов к траншеям и рабочим устраняет эти потери и, таким образом, это время может быть израсходовано на другую работу.

Как общее правило, эффективность по этой группе факторов подсчитывается на основе фотографии рабочего дня, при помощи которой выявляются потери рабочего времени, устраняемые данным мероприятием по каждой операции, а затем подсчитывается общая экономия по данной группе в человеко-часах. Затем подсчитывается все сэкономленное время и, если возможно, сокращается в соответствии с полученной экономией число рабочих на этих работах.

Эффективность VIII фактора, т. е. лучшая организация заработной платы, точному подсчету не поддается, однако, несомненно, что заработная плата является одним из существенных факторов производительности труда. Влияние зарплаты на последнюю двойное: с одной стороны, зарплата влияет на производительность труда своим объемом и, с другой стороны, своей формой.

Непосредственное влияние на производительность труда оказывает форма зарплаты. Поэтому борьба за производительность труда должна сопровождаться борьбой за изжитие уравниловки, борьбой за внедрение прогрессивно-сдельной системы оплаты и премиальных систем. Чем выше процент охвата работ сдельной и премиальными системами, тем выше производительность труда. В трамвайном хозяйстве еще далеко не все рабочие переведены на сдельную оплату. Дальнейший перевод рабочих на сдельную оплату окажет влияние на рост производительности труда. Ориентировочно эффективность можно было бы подсчитать путем сопоставления фактической выработки рабочих, оплачиваемых сдельно и повременно. На основе анализа выводится дополнительная выработка по той группе рабочих, по которой внедряется результативная оплата труда и в соответствии с этим сокращается рабочая сила.

IX фактор нашего перечня влияет на производительность труда путем изменения удельного веса вспомогательных рабочих. При увеличении

объема производства, т. е. для трамвайного хозяйства, при увеличении выпуска вагонов или увеличения заготовки запчастей в парке, вспомогательная рабсила или совсем не будет увеличиваться, или ее увеличение не будет прямо пропорционально увеличению объема производства. Эффективность этого фактора может быть подсчитана путем разницы между количеством потребных рабочих при условии пропорционального роста вспомогательной рабсилы и реально требуемым количеством рабочих. В работе профессора Готмана, С. Е. «Основы планирования и учета труда в промышленности»[1] даются две формулы исчисления эффективности этого фактора.

Увеличение объема производства с увеличением производственных рабочих, но без увеличения общего количества рабочих, дает рост производительности труда, исчисляемый по формуле

$$\frac{100\ (б-а)}{а}\ \%$$

где $а$— количество производственных рабочих в процентах во втором периоде,

$б$— количество производственных рабочих в процентах во втором периоде.

Например, увеличение объема производства, т. е. выпуска вагонов, требует увеличения производственных рабочих с 75 до 80%, тогда производительность труда растет за счет изменения удельного веса вспомогательных рабочих на

$$\frac{100\ (80-75)}{75} = \frac{100\ .\ 5}{75} = \frac{500}{75} = 6{,}66\%.$$

Если увеличение объема производства вызывает одновременно и увеличение вспомогательной рабсилы, но не пропорционально, тогда рост производительности труда подсчитывается по следующей формуле:

$$\frac{Б\ (а-б)}{А\left(1+\frac{а}{100}\right)+Б\left(1+\frac{б}{100}\right)},$$

где $А$ — количество производственных рабочих исходного периода . . . . . 600 чел.
$Б$ — количество вспомогательных рабочих . . . . 200 »
$а$ — процент роста производственных рабочих . . 50%
$б$ — » » вспомогательных » . 30%

При этих цифрах рост производительности труда выразится

$$\frac{200\ (50-30)}{600\left(1+\frac{50}{100}\right)+200\left(1+\frac{30}{100}\right)} = 3{,}4\%$$

Пользоваться этой (второй) усложненной формулой проф. Готмана нет никакой необходимости, так как подсчет роста производительности труда, при одновременном увеличении вспомогательной рабсилы, тоже делается при помощи более простой первой формулы. Ведь понятно, что, если увеличился удельный вес вспомогательной рабсилы, то соответственно

[1] С. Е. Готман. «Основы планирования и учета труда в промышленности», стр. 112.

уменьшился удельный вес производственных рабочих, и, следовательно, оперируя данными для первой формулы, мы при ее помощи получим тот же результат, как и при помощи второй формулы.

Подтвердим это на том же примере.

Количество производственных рабочих исходного периода было 600 при вспомогательных 200, т. е. составляло — 75% общего количества работников; во втором периоде — количество производственных рабочих — 900 (увеличилось на 50%) при вспомогательных 260, т. е. составляло 77,58%.

Рассчитаем рост производительности труда по первой формуле:

$$\frac{100\ (б-а)}{а} = \frac{100\ (77{,}58-75)}{75} = \frac{100\ .\ 2{,}58}{75} = 3{,}4\%,$$

т. е. результат тот же самый, что и при расчете при помощи второй формулы.

При исчислении экономии во времени, вследствие увеличения заготовки запасных частей в парке надо иметь в виду, что в целом по парку этот фактор при аггрегатном методе расчета роста производительности труда может не дать повышения производительности труда и даже наоборот уменьшит выработку.

Например, объем изготовления запасных частей в парке увеличился на 50%, число рабочих возросло всего на 30%. Выработка или что тоже производительность труда возрастет в плановом периоде по этому виду работ. Однако, на количестве вагоно-километров это не скажется; абсолютно же число рабочих по всему парку, вследствие расширения производства запасных частей, увеличится и, таким образом, по всему парку в вагоно-километрах производительность труда будет снижаться. Поэтому, при выведении роста производительности труда по парку, индексным методом, этот фактор необходимо учесть, и он будет увеличивать рост производительности труда. При выведении роста производительности труда из абсолютных показателей в вагоно-километрах, следует: либо из обоих периодов, т. е. из базисного периода и планового периода вычесть количество рабочих, занятых на работах по изготовлению запчастей, выработку дать на рабочих, без работающих на изготовлении запчастей, либо, давая динамику производительности труда, оговорить понижающее влияние этого фактора.

При расчетах роста производительности труда по всему Тресту, этот фактор будет также снижать производительность труда рабочих по эксплоатации трамвая и фактором, повышающим рост производительности труда, будет передача этих работ ВАРЗу.

Эффективность X фактора, т. е. уменьшение брака. Браком в эксплоатации трамвая надо считать возврат и ремонт на линии. Уменьшение брака на количественном выпуске вагонов текущего дня не отразится, но уменьшит время, потребное на производство текущего ремонта, а, следовательно, увеличит производительность труда рабочих этого вида ремонта. Кроме того, уменьшение возвратов и случаев ремонта на линии скажется на увеличении вагоно-километров.

Подсчитать эффективность от уменьшения брака можно следующим образом:

Исходя из фактической нормы человеко-часов на один случай ремонта по возврату и ремонту на линию в предыдущем периоде, устанавливаем экономию в человеко-часах из-за уменьшения возвратов и ремонта на линии, путем умножения вышеуказанных норм соответственно на число уменьшения возвратов и ремонтов на линии до нормы,

принятой планом. Сумма произведений в человеко-часах и даст нам высвобожденное время рабочих по текущему ремонту, вследствие уменьшения брака до плановой нормы. Здесь следует иметь в виду, что возможно потребуется некоторое дополнительное время на улучшение осмотра и дневного ремонта вагонов, что должно быть учтено при расчете потребного рабочего времени по этим цехам. В соответствии с высвобожденным временем по текущему ремонту следует, конечно, уменьшить и потребную рабочую силу по этому виду ремонта при расчете плана потребности рабсилы.

Так как влияние этого фактора, т. е. уменьшение брака (возвратов и ремонтов на линии) двойное, то, кроме экономии в человеко-часах, необходимо подсчитать также дополнительное количество вагоно-километров, которое будет у нас благодаря уменьшению времени простоя вагонов в ремонте по возвратам и ремонту на линии.

Определить это количество вагоно-километров можно исходя из среднего времени простоя в ремонте из-за возврата или ремонта на линии и количества случаев уменьшения таковых. Умножив среднее время простоя в ремонте соответственно на количество случаев уменьшения возвратов и ремонтов на линии и сложив эти два произведения, получим общее время, которое можно будет использовать на линии. Умножая последнее на среднюю эксплоатационную скорость, выявим дополнительное количество вагоно-километров, полученное благодаря уменьшению брака.

XI фактор нашего перечня — укрепление трудисциплины — в условиях трамвайного хозяйства играет решающую роль, и уплотнение рабочего дня является большим резервом для повышения производительности труда.

По произведенному обследованию использования рабочего времени на предприятиях Треста установлено, что в среднем потери рабочего времени достигают 20—30% (см. табл.)

Использование рабочего времени по предприятиям Треста в процентах к рабочему дню

Наименование предприятия	Полезная работа	Потери	В том числе					
			Преждевремен. окончание работы	Отдых и личн. надобности	Позднее начало работы	Ожидание работы	Ожидание мастера	Потери прочие
Дневной текущ. ремонт: (т/п Смирнова, Калинина и Блохина) . . .	79,5	20,5	3,5	3,1	3,0	7,4	2,1	1,6
Дневной профилактич. ремонт (т/п Скороходова, Коняшина и Володарского) . . .	81,0	19,0	3,0	—	—	9,0	7,0	. .
Ночной осмотр и ремонт (т/п Смирнова, Коняшина, Калинина, Блохина, Скороходова)	68,5	31,5	—	10,6	—	17,5	3,0	0,4
Служба пути	80,5	19,5	13,6	—	—	—	—	5,9
Служба тока	58—87	13—42	—	—	—	—	—	—

Потери по отдельным бригадам и рабочим еще более велики: так, ожидание у одного из рабочих контроллеров выразилось в 1 час 50 мин. или 26,2%, а ожидание вагонов 3 ч. 20 м. или 55,8%. Преждевременное окончание работы достигало в отдельных случаях 22 минут. Отдых и личные надобности до 38 минут.

При этих условиях жесткое проведение одних только правил внутреннего распорядка может дать от 7—10% уплотнения рабочего дня. А так как уменьшение потерь внутри рабочего дня пропорционально увеличивает производительность труда, то, очевидно, рост производительности труда выразится в том же проценте, в каком будет уплотнен рабочий день.

Все организационные потери, как, например, при ожидании работы, мастера и т. д. должны быть ликвидированы в значительной своей части введением твердого графика прибытия вагона в парк и другими организационными мероприятиями, уменьшающими потери рабочего времени.

XII фактор — соцсоревнование, ударничество — социалистические формы труда, являясь ведущими формами социалистической организации труда, формами использования творческой энергии и жизнедеятельности пролетариата — самостоятельные факторы производительности труда.

XIII фактор — следующим фактором производительности труда, согласно установленной нами классификации, является уменьшение текучести.

Текучесть является бичом производства. В трамвайном хозяйстве текучесть приняла огромные размеры, что видно из следующей таблицы:

Текучесть рабсилы по трампаркам треста „Лентрамвай" за 1931—1934 гг.

(средне-месячная в процентах)

Наименование	1931 год	1932 год	1933 год	1934 год	Январь 1935 года
Рабочие движения	3,20	4,92	3,67	3,42	3.27
Вагоновожатые	3,49	5,13	3,51	2,89	2,66
Кондуктора	2.94	4,63	3,59	3,56	3,48
Рабочие подвижного состава	4,72	0,89	8,54	6,27	5,70
Всего рабочих	3,45	5,98	4,62	4,06	3,91

Из приведенных выше данных видно, что текучесть среди основных рабочих трамвая очень велика, достигая в целом, в среднем, в месяц в 1931 г. — 3,45%, в 1932 г. — 5,98%, в 1933 г. — 4,62% и за 1934 г. — 4,06%. Хотя 1934 г. и дает некоторое снижение процента текучести по сравнению с 1933 г., все же ежегодно около 50% всего состава рабочих уходит с предприятий Лентрамвая и заменяются новыми. Такая частая и значительная смена в составе ведущих профессий безусловно отражается на средней квалификации рабочих и действует отрицательно на производительность труда. Уменьшение процента текучести, несомненно, сильно отразится на уровне производительности труда, через повышение квалификации рабочих, но пока подсчету этот фактор не поддается.

XIV фактор — значительное влияние на производительность труда оказывает организация культурно-бытового обслуживания, которое дей-

ствует одновременно и через предыдущий фактор, укрепляя рабочий состав и самостоятельно давая возможность повышать квалификацию и увеличивая интенсивность труда.

XV фактор — и, наконец, последний фактор нашего перечня — продолжительность рабочего года — действует на повышение месячной производительности труда.

Продолжительность рабочего года зависит от количества невыходов. Чем меньше последних, тем больше продолжительность рабочего года. Этот фактор в условиях трамвая, при наличии высокого процента невыходов, имеет большое значение.

Приводим таблицу использования рабочего года по основным группам рабочих Лентрамвая в процента к списочному времени:

Группы рабочих	Периоды	Явок	Неявок	Из них					
				Гос. и общ. обязанностей	Болезни			По уважит. причинам	По неуважительным причинам
					Болезни	Отпуска в связи с родами	Итого		
Вожатые	1933 г.	75,45	24.55	1,23	2,37	0,53	2,90	0,26	0.06
	1934 „	70,65	29,35	1,45	—	–	3,47	0,36	0,04
Кондуктора	1933 „	70,91	29,09	0.75	3.15	1.0	4.15	0,33	0.06
	1934 „	72,28	27.72	0,55	—	—	5,58	0,42	0,07
Рабочие подвижн. состава	1933 „	—	—	–	—	—	—	—	—
	1934 „	74,50	25,50	0,37	3,50	0,1	3,60	0,29	0,06

Из приведенных в таблице данных о невыходах по основным группам рабочих видно, что труддисциплина не достигла высокого уровня, что невыходы подлежат сокращению. Процент больных довольно высокий.

При принятии некоторых оздоровительных мероприятий, как например, реконструкция передних площадок, можно достигнуть уменьшения процента неявок.

Уменьшение неявок отразится на месячной производительности труда, причем эффективность этого фактора можно определить по формуле [1]:

$\frac{100 \cdot a}{100 - 6}$, где а — процент уменьшения невыходов в планируемом периоде,

6 — существующий процент невыходов.

Например, при уменьшении неявок на 1%, т. е. с 24% до 23% производительность труда возрастет на

$$\frac{100 \cdot 1}{100 - 24} = \frac{100}{76}$$ или на 1,3%

6. Расчет роста производительности труда по факторам

На основе плана оргтехмероприятий и изложенной выше методики исчисления эффективности отдельных факторов подсчитывается общая экономия в человеко-часах (можно в человеко-днях и в количестве рабо-

[1] Профессор Готман. «Основы планирования и учета труда в промышленности».

чих) от всех факторов по каждому цеху в целом. Затем устанавливается влияние отдельных факторов путем определения удельного веса каждого из них в общей сумме сэкономленного времени.

Сделаем примерный расчет роста производительности труда по факторам по ночному осмотру.

Предположим, что в ночной смене в отчетном периоде работало 100 рабочих по осмотру.

Согласно приложенному примерному плану оргтехмероприятий по ночному осмотру мы имеем:

1) Вследствие устройства ларей с необходимым запасом запчастей, рабочие будут затрачивать меньше времени на получение инструмента.

На основании показаний фотографии рабочего дня, устанавливаем, что экономия от этого мероприятия выразится в 8,4 минуты для каждого рабочего ночной смены, а по всем рабочим этой смены экономия во времени выразится в 840 мин. или 14 часов.

2) Перенос песочных ящиков к месту осмотра и увеличение их количества устраняет излишек времени, который затрачивался рабочими-песочниками на поднос песку. Хронометражем устанавливаем, что на одну подноску затрачивается 4,2 минуты. Исходя из количества засыпаемого песку, определяем время, затрачиваемое на поднос всего песку, в нашем примере принимаем за 42 минуты. Следовательно, 42 минуты будут экономиться с переносом и увеличением песочных ящиков.

3) Два оборотных комплекта тормозных валиков дают экономию на работах в среднем 2,1 минуты на каждый случай замены. По всем тормозникам экономия получается: $2{,}1 \times 10 = 21$ минута.

4) Введение более глубокой проточки головки валиков дает экономию 4,2 мин. на каждого ходовика или по всем ходовикам: $4{,}2 \times 10 = 42$ минуты.

5) Внедрение карт технологического процесса по осмотру вагонов и уборке дает экономию в среднем $8{,}4 \times 100 = 840$ мин. или 14 часов.

6) Введение правил внутреннего распорядка по подсчету дает уплотнение рабочего дня на 12,6 минут или для всех рабочих: $12{,}6 \times 10 = 1\,260$ минут или 21 час.

Подсчитаем все сэкономленное время с учетом времени действия каждого мероприятия, дающего экономию.

Лари вводятся с 1 марта, следовательно, продолжительность действия этого мероприятия выразится в $365 - 59 = 306$ дней. Эффективность в минутах выразится: $840 \times 306 = 257\,040$ мин.

Перенос песочных ящиков к месту осмотра и увеличение числа их проводится с I/V, следовательно, продолжительность действия этого мероприятия будет $365 - 120 = 245$ дней. Эффективность в минутах выразится: $42 \times 245 = 10\,290$ мин.

Оборотные комплекты вводятся с I/IV, продолжительность действия мероприятия — $365 - 90 = 275$ дней. Эффективность в минутах: $21 \times 275 = 5\,775$ мин.

Более глубокая проточка валиков вводится с I/III, следовательно, продолжительность действия выразится $365 - 59 = 306$ дней. Эффективность выразится в минутах $42 \times 306 = 12\,852$ мин.

Внедрение карт технологического процесса по осмотру вагонов и уборке их проводится с I/III. Продолжительность действия этого мероприятия — $365 - 59 = 306$ дней. Эффективность в минутах выразится $840 \times 306 = 257\,040$.

Правила внутреннего распорядка вводятся с I/I, следовательно, за весь год эффективность выразится в минутах $1260 \times 365 = 459\,900$ мин.

По всем факторам сэкономленное время выразится $257\,040 + 10\,290 + 5\,775 + 12\,852 + 257\,040 + 459\,900 = 1\,002\,897$ мин. или 16 716 часов.

Рабочее время всей ночной смены в год в отчетном году составляло 219 000 часов.

При запроектированных мероприятиях понадобится для выполнения всей работы 219 000 — 16 715 = 202 285 часов.

Определяем процент съэкономленного времени к плановому:

$$\frac{16\,715 \cdot 100}{202\,285} = 8{,}26\%.$$

Это значит, что за счет указанных мероприятий производительность труда возрастает на 8,26%. По удельному весу съэкономленного по каждому фактору времени определяем процент роста производительности труда за счет каждого фактора.

Так, например, внедрение карт технологического процесса дает нам годовую экономию 4 284 часа, следовательно, за счет этого фактора производительность труда растет

$$\frac{8{,}26 \cdot 4\,284}{16\,715} = 2{,}13$$

Точно так же определяется процент роста производительности труда и за счет других установленных факторов.

Покажем это в таблице (с дополнением факторов, не перечисленных в плане оргтехмероприятий).

Наименование показателей	В условиях отчетного периода	В условиях планового периода	Факторы					Итого по всем факторам
			Внедрение технол. процесса	Организация рабочего места	Труддисциплина	Изменение рабочего года	Прочие факторы	
Затрачено на всю программу в течение года в человеко-часах	219 000	202 285	4 284	4 766	7 665	—	—	16 715
В процентах к съэкономленному времени	—	—	2,13	2,37	3,76	—	—	8,26
Кроме того за счет уменьшения невыходов и пр.	—	—	—	—	—	1,3	3,0	12,56

Кроме перечисленных в оргтехплане мероприятий, путем оздоровительных мероприятий: отопления, снабжения горячей пищей, а также путем воспитательной работы и пр., снижаем невыходы на 1%. Тогда рабочий год увеличится. Рост производительности труда за счет увеличения рабочего года путем уменьшения невыходов на 1% составит 1,3% [1].

Так как на рост производительности труда влияют еще факторы, указанные выше и не учтенные нами: соцсоревнование и ударничество, ликвидация текучести, улучшение материально-бытовых условий, внедрение результативных систем оплаты труда, то следует в плане по производительности труда предусмотреть рост за счет этих факторов, в нашем примере мы берем ориентировочно на эти факторы — 3%.

[1] Расчет сделан по формуле, данной на стр. 271.

Таким образом, общий рост производительности труда по ночному осмотру по приведенной выше таблице выразится в 12,56%.

Выше мы уже указывали, что план оргтехмероприятий должен быть увязан с нормами на рабсилу и с оперативным расчетом рабсилы. Следовательно, экономия в рабочем времени по факторам, учтенная нами в расчете роста производительности труда, должна найти свое отражение в потребном количестве человеко-часов на свою запланированную производственную программу. Рост производительности труда за счет снижения прогулов должен найти свое отражение на уменьшении списочного количества рабочих, потребных на этот вид работ депо. Точно так же списочное количество рабочих должно быть уменьшено за счет роста производительности труда от неподдающихся точному учету факторов, принятого в нашем примере в 3%.

Та же методика расчета остается и для других цехов. Разница будет лишь в том, что в одном цехе большее значение имеет механизация, ввод нового оборудования, а в другом цехе — организационные мероприятия.

Сложнее произвести расчеты эффективности мероприятий по вагонным бригадам — по вагоновожатым и кондукторам. Большинство этих меро-

Примерный план оргтехмероприятий по движению

№№ п/п	Наименование мероприятий и его сущность	Дата введения меропр.	Ответств. за разработку лицо	Ответств. за введение лицо	Эффективность (экономия в чел.-час. и % уплотнения рабоч. дня)
1	Сократить время стоянки на конечных пунктах на 2 минуты	1/I	Завед. движением	Нач. движения	
2	Реконструировать моторы на 500 ваг.	1/VI	Нач. Сл. подв. сост.		Увеличение скорости на маршрутах
3	Ввести новые, прямодействующие тормоза	1/VI	Нач. Сл. подв. сост.		Увеличение скорости
4	Реконструировать автоматич. стрелки, грузовые и проч.	1/V	Нач. Службы пути	Нач. движения	Увеличение скорости
5	Разработать систему сдачи выручки кондукторами с целью сокращения кондукторов на 4-осных вагонах до одного	1/II	План.-Экон. отдел		Уменьшить количество кондукторов на вагонах
6	Сократить число остановок		Начальник пути		Увеличить скорость
7	Увеличить число телефонных точек	I/V	Нач. диспетч. службы		Увеличить скорость

приятий может быть проведено лишь в масштабе всего Треста, так как они общи для всех парков и будут влиять на увеличение скорости. Так, например, сокращение времени стоянок на конечных пунктах, реконструкция моторов, введение прямодействующих тормозов и т. д. разрабатываются в Тресте по всем маршрутам. Поэтому план оргтехмероприятий по вагонным бригадам должен также разрабатываться в Тресте и затем с окончательными подсчетами передаваться паркам.

Парк, на основе этого плана, производит расчеты по росту производительности труда рабочих вагонных бригад.

При расчете производительности труда парку следует учесть лишь факторы местного характера, как, например, уменьшение возвратов, ремонтов на линии и уменьшение невыходов, т. е. увеличение продолжительности рабочего года одного вагоновожатого.

Производительность труда вагоновожатого при прочих равных условиях прямо пропорциональна увеличению скорости. Так, при увеличении скорости с 14,0 *км* в час до 14,5 *км* производительность труда вагоновожатого растет на 3,57%.

Таким образом, сложность расчетов будет лишь при определении новой скорости, расчет же роста производительности труда за счет уменьшения возвратов и уменьшения невыходов выше уже был указан.

Рост производительности труда по всему депо парка можно определить двумя способами:

Первый способ — состоит в том, что суммируется все сэкономленное время по отдельным цехам, т. е. по ночному осмотру и уборке вагонов, текущему, профилактическому ремонтам, мастерским и т. д., в разрезе установленных для парка факторов, затем путем расчетов, которые указаны ниже, по цеху ночного осмотра вагонов выводится процент роста производительности труда за счет отдельных факторов.

Допустим, что мы имеем по планам оргтехмероприятий цехов следующее:

Наименование цехов	Наименование показателей	В условиях отчетного года	В условиях планируемого периода	Факторы: Механизация	Ввод нового оборудования	Введение технологических карт	Организация рабочего места	Труддисциплина	Изменение рабочего года (уменьшение невыходов)	Прочие факторы	Итого по всем факторам
Ночной осмотр	Затрачено на всю программу человеко-часов	219000	202285	—	—	4281	4766	7665	—	—	16715
Текущий и профилактический ремонт		320000	275000	10000	—	12000	8000	15000	—	—	45000
Мастерские		22000	190000	2000	10000	4000	4000	10000	—	—	30000
Всего		759000	667285	12000	10000	20284	16766	32665	—	—	91715
	В % к сэкономленному времени	—	—	1,8	1,5	3,0	2,5	4,9	—	—	13,7
Всего с прочими факторами		—	—	—	—	—	—	—	1,3	3,0	18,0

Из выведенных данных мы видим, что рост производительности труда по депо парка на планируемый период выразится в 18%.

Второй способ—индексный состоит в том, что показатели роста производительности труда по каждому цеху взвешиваются на количество рабочих планируемого периода, а затем выводится средняя.

Допустим, что мы, путем, указанным выше, определили, что производительность труда по ночному осмотру растет на 12,56% при списочном количестве рабочих – 89 человек, в дневном ремонте на 20,7% при списочном количестве рабочих 150 человек, в мастерских на 20,3% при списочном количестве 100 чел., тогда по депо рост производительности труда выразится:

$$\frac{12{,}56 \times 89 + 20{,}7 \times 150 + 20{,}3 \times 100}{89 + 150 + 100} = 18{,}4\%$$

План роста производительности труда по всему парку дать первым способом невозможно, так как вагоновожатые рассчитываются на поезд и, следовательно, уменьшать норму на вагон при прочих равных условиях будет лишь фактор сокращения невыходов, остальные факторы, действующие на увеличение скорости или уплотнение рабочего дня, увеличивают лишь вагоно-километры, но уменьшают количества рабочих-вагоновожатых.

Поэтому план роста производительности труда по всему парку может быть дан только вторым методом, т. е. индексным. Приводим пример расчета по этому методу, рост производительности труда по депо в нашем примере 18,0%, рост производительности труда по вагоновожатым—8% и по кондукторам—6%. В планируемом периоде по депо работает 339 человек и в движении вагоновожатых—400 чел. и кондукторов—1000 человек.

Следовательно рост производительности труда по парку выразится:

$$\frac{18 \times 339 + 8 \times 400 + 6 \times 1000}{1739} = \frac{15302}{1739} = 8{,}8\%$$

Расчет роста производительности труда по Службе пути

План оргтехмероприятий по Службе пути

№№ п п	Наименование мероприятий и его содержания	Дата	Ответств. за проработку лицо	Ответств. за введение мероприятия лицо	Эффективность (экономия чел. час. в месяц)
1	Ввести тележки для перевозки рельсов на месте работ	1 III	—	—	Экономия 167 чел. час.
2	Ввести пресс для гнутья рельсов	1/II	—	—	Экономия 167 чел./час.
3	Ввести автомашины для развозки смазчиц	1/I	—	—	13376 чел./час.
4	Ввести более жесткие правила внутреннего распорядка	1/I	—	—	334 чел./час.
5	Удлинить рабочий год путем уменьшения невыходов				

Согласно плану оргтехмероприятий мы имеем экономию в рабочем времени, исчисленную следующим образом:

1) на переноску рельсов на среднее расстояние в 50 *м.* затрачивалось согласно замеру—20 чел./мин. При использовании же тележки расхо-

дуется 10 чел./мин. Всего подлежит переноске—10 000 рельсов. Экономия во времени $10 \times 10\,000 = 100\,000$ мин. или 1666,7 часа;

2) на гнутье рельсов ручным способом затрачивалось на каждое 30 чел.-мин., при гнутье же прессом затрачивается 20 чел./мин. Всего предполагается пропустить через пресс 1000 рельсов. Экономия $10 \times 1000 = 10\,000$ чел. мин. или 166,7 чел./час.;

3) для смазки кривых из расчета ежедневной смазки в среднем 2,4 раза на 240 пунктах смазки содержалось 148 чел.

При перевозке смазчиц на автомашинах потребуется людей 48 из расчета 2 чел. на машину в одну смену или 6 чел. в 3 смены. Для всех районов машин надо будет 6, отсюда 36 смазчиц понадобятся для обслуживания всех пунктов смазки, а вместе с резервом на замену невыходов 48 списочных рабочих-смазчиц и 18 шоферов, всего понадобится 66 человек вместо 148. Экономия в часах выразится: $168 \times (148 - 66) = 13\,776$ чел./час. в месяц.

Уплотнение рабочего дня на 20 мин. для каждого рабочего, кроме смазчиц, даст 20 000 мин. или 334 часа в месяц.

Теперь сделаем расчет роста производительности труда.

Наименование показателя	В условиях отчетн. периода	В условиях планир. периода	Факторы				Итого по всем факторам
			Механизация	Трудисциплина	Изменение рабоч. года	Прочие	
Затрачено на всю программу в чел-час. за год	2135700	1964547	167145	4008	—	—	171153
В % к съэкономленному времени	—	—	8,50	0,20	—	—	8,7
Кроме того	—	—	—	—	1,3	2	12,0

За счет учтенных факторов производительность труда растет на 8,7%. Кроме того, за счет прочих факторов даем рост 2% и на 1,3% рост будет за счет уменьшения невыходов, следовательно, общий рост выразится в 12,0%.

План по производительности труда должен быть увязан с расчетом рабсилы так же, как это указывалось для депо.

Та же методика расчета остается и для других служб.

7. Средние показатели производительности труда в плане и их исчисление

В общем плане показатель производительности труда дается в натуральном выражении в единицах, указанных в главе 1. Динамика производительности труда в плане выводится из абсолютных показателей базисного и планового периодов. Процент производительности труда, рассчитанный по факторам, может и не совпасть с процентом роста производительности труда, выведенным из абсолютных показателей базисного и планового периодов. Произойти это может потому, что ряд факторов действует на рост производительности труда по данному виду работ, но фактор производства

этих работ снижает производительность труда по трампарку в целом. Так, например, как мы уже приводили, запланировано увеличение производственной программы по изготовлению запчастей в парке, при этом производительность труда по этому виду работ запроектирована с повышением на 10%, но так как на этих работах в планируемом периоде будет занято больше рабочих, чем в отчетном, выработка в вагоно-километрах на одного рабочего по всему парку уменьшится. Приведем другой пример — уменьшается в планируемом периоде число возвратов и ремонтов на линии. Этот фактор, с одной стороны, устраняет рабочие часы, которые при отчетной норме возвратов и ремонтов на линии должны быть затрачены на ремонт, и, следовательно, этот фактор дает экономию в рабочем времени, которая должна быть учтена в проценте роста производительности труда по группе ремонтных рабочих. С другой стороны, этот фактор увеличивает еще количество вагоно-километров, что не отражается на уменьшении потребного рабочего времени, и, следовательно, в проценте роста, выведенного из экономии по времени, этот фактор не учитывается.

Таким образом, динамика роста, выведенная из абсолютных показателей двух периодов (вагоно-километров на одного списочного рабочего), может не совпадать с ростом производительности труда, выведенным на основании сэкономленного времени.

Об исчислении средних показателей будет подробно указано ниже в главе: «Учет производительности труда».

8. Увязка плана по производительности труда с другими частями плана по труду

План по производительности труда должен быть увязан как с планом по рабсиле, так и с планом по зарплате. Мероприятия, запроектированные в оргтехплане, как уже указывалось выше, должны быть увязаны с нормами рабсилы. Уменьшение потерь рабочего времени должно найти отражение при планировании потребного количества человеко-дней для выполнения программы. Уменьшение невыходов, увеличение продолжительности рабочего года уменьшает списочное количество рабочих, потребных для выполнения программы.

Не меньшее значение имеет увязка плана по производительности труда с планом по зарплате. Выше мы указывали, что зарплата является фактором производительности труда, влияя на последнюю как своим объемом, так и формой. В условиях нашего хозяйства материальное благосостояние зависит от роста производительности труда. Заработная плата растет при непрерывном росте производительности труда.

Таким образом, между этими двумя элементами плана по труду есть взаимосвязь. Поэтому при исчислении плана по труду необходимо увязать эти два элемента и разрешить вопрос о соотношении темпов роста того и другого. Поскольку в социалистических условиях хозяйства необходимо социалистическое накопление для дальнейшего расширения народного хохозяйства, постольку, очевидно, темпы роста производительности труда должны опережать темпы роста зарплаты.

План по труду должен быть построен так, чтобы, с одной стороны, был обеспечен рост производительности труда, а, с другой стороны, чтобы этот рост производительности труда был в определенном соотношении с ростом зарплаты.

План по производительности труда, занимая центральное место в плане по труду, находится в полной взаимосвязи с двумя другими элементами плана — рабсилой и зарплатой.

Правильное соотношение в росте производительности труда и зарплаты дает конкретный результат — снижение себестоимости. Подсчитать эту экономию можно было бы следующим образом: допустим, что средняя зарплата рабочего почного осмотра в отчетном периоде была a рублей, списочное количество рабочих было C; средняя зарплата этих рабочих доводится до a^1 рублей, а их списочное количество C_1. Экономия в рублях определится $Э = a.C - a_1\ C_1$.

Экономию можно также определить по формуле проф. Готмана

$$Э_0 = \frac{100\,(a-b)}{100+a},$$

в проценте от фонда или абсолютно

$$Э_a = \frac{100 \cdot Ф_1}{100+Э_0} - Ф_1,$$

где a — рост производительности труда,
b — рост в зарплате,
$Ф_1$ — фонд зарплаты за планируемый период,
$Э_0$ — экономия в проценте от фонда,
$Э_a$ — абсолютная сумма экономии.

В. И. Стоцкий также дает формулу для подсчета экономии:

$$Э = 100 = \frac{100\,(100+b)}{100+a}.$$

Вторая формула проф. Готмана и формула В. И. Стоцкого вполне покрывается первой, приведенной нами формулой.

Экономия на фонде зарплаты, благодаря запланированному росту зарплаты и производительности труда, непосредственно отразится на снижении себестоимости. Процент снижения себестоимости будет при прочих равных условиях тем выше, чем больше вес зарплаты рабочих в себестоимости продукции.

Подсчитать снижение себестоимости за счет экономии по зарплате не трудно. Если доля зарплаты в себестоимости составляет $y\%$, а экономия на зарплате — $x\%$, то себестоимость будет снижена на

$$\frac{y \cdot x}{100}\ \%.$$

9. Учет производительности труда

Планирование производительности труда в условиях социалистического хозяйства связано органически с проблемой учета. Мы уже сказали, что динамика производительности труда есть совокупный результат действия всех факторов. Поэтому запроектированный рост производительности труда должен быть обеспечен в плане рядом соответствующих мероприятий.

В социалистическом хозяйстве планирование имеет директивный характер. Следовательно, на основе плана хозяйство обязано строить всю свою производственную деятельность. «Составление плана есть лишь *начало планирования*. Настоящее плановое руководство развертывается лишь после составления плана, после проверки его на местах, в ходе осуществления, исправления и уточнения плана» [1].

[1] Сталин. Политотчет к XVI съезду партии, изд. 9 дополн., стр. 553.

Таким образом, план по производительности труда должен быть составлен в таких единицах, чтобы они позволяли поставить проверку плана через соответствующий учет выполнения заданного в плане роста производительности труда. Планирование, исходя из определенной целеустановки, базируется на отчетном материале; с другой стороны, учет контролирует выполнение плана. План и учет органически связаны между собою.

Выше мы указывали, что под производительностью труда следует понимать количество потребительной стоимости, выработанной в единицу времени.

Следовательно, техника учета производительности труда должна свестись к установлению выработанной продукции за данный отрезок времени и затраченного рабочего времени на изготовление этой продукции. Производительность труда выразится в виде дроби $\frac{P}{T}$, т. е. количество продукции, деленное на рабочее время, затраченное на изготовление данной продукции.

Знаменатель дроби—затраченное на изготовление данной продукции рабочее время может быть выражено в разных единицах: человеко-часах, человеко-днях, списочных рабочих, или, иначе говоря, человеко-месяцах.

Исчисление рабочего времени в промышленности при хорошо поставленном учете является простой задачей. В трамвайном хозяйстве, при его специфичности и сравнительно слабом налаженном учете, установление отработанного времени в человеко-часах и человеко-днях представляет собою довольно сложную задачу.

В официальном статистическом материале учет отработанного времени по вагонным бригадам (вагоновожатые и кондуктора) ведется лишь в человеко-днях и списочных рабочих, человеко-часы не учитываются.

Кроме того, при очень значительном недостатке рабочих этой категории, учет человеко-дней далеко не точен и в разных парках ведется по разному. Вагоновожатые и кондуктора при недостатке рабочих очень часто работают подряд две смены. В этом случае одни парки учитывают работу в каждой смене, как отдельный выход, или, иначе говоря, в статистическом материале учитывается вся работа в двух сменах, как два отработанных дня, а другие парки учитывают, как один выход с удлиненным рабочим днем. Вследствие этого, при настоящей постановке учета отработанного времени, исчисление часового и дневного показателя будет страдать значительными погрешностями.

В депо учет отработанного времени в человеко-часах также страдает неточностью. Простойное время не фиксируется, поэтому рабочий день исчисляется по номинально установленному количеству часов, т. е. в 7 часов.

Таким образом, при современном состоянии учета, робочее время точно учтено может быть лишь в человеко-месяцах или списочных рабочих, в остальных единицах (человеко-часах и человеко-днях) учет дефектен. Следовательно, для трамвайного хозяйства учет рабочего времени является проблемой, подлежащей разрешению в ближайшее время.

Следующим вопросом, который необходимо разрешить при учете производительности труда, является вопрос о том, включать ли в знаменатель дроби рабочее время одних только производственных рабочих или и рабочих вспомогательных, МОП и служащих. Промышленность практикует исчисление показателя производительности труда как на одного рабочего, так и на одного работника. В трамвае этот метод также имеет применение. В эксплоатационном плане из года в год дается показатель производительности труда на одного рабочего, с выделением в том числе на вагоно-

вожатого, а также дается показатель на одного работника, что вполне целесообразно.

Переходим к числителю дроби, т. е. к продукции. Выше мы установили единицу измерения продукции для отдельных цехов трамвайного парка и для отдельных служб, для всего парка и Треста в целом.

Исходя из этого и из существующих в науке и практике основных методов учета производительности труда: натурального, ценностного, учетных единиц, нормированного времени, трудочасов, мы принимаем для трамвайного хозяйства метод измерения производительности труда на данном этапе, в основном, натуральный. Для мастерских парка следует принять метод нормированного времени.

По отдельным цехам парка—ночному осмотру, текущему и профилактическому ремонту, движению—мы имеем по каждому цеху однородную продукцию, и, следовательно, натуральным методом вполне возможно обеспечить как учет уровня производительности труда рабочих по каждому цеху, так и учет динамики ее.

В целом по парку мы также имеем однородную продукцию — вагоно-километры, что дает возможность учесть производительность труда по парку, в целом, также в натуральных единицах.

Таким образом, производительность труда по цехам и парку определится путем деления всей продукции в соответствующем измерителе на время, затраченное на изготовление данной продукции, выраженное в соответствующих объемных единицах.

Избранная нами единица измерения продукции, а, следовательно, и производительности труда, будет удовлетворять условиям, предъявляемым к ней.

Незавершенного производства в отдельных цехах, как например, в ночном осмотре, совершенно не бывает, так как все вагоны, предназначенные по графику для осмотра, обязательно осматриваются ежедневно, если может быть остаток незавершенного производства по дневному ремонту, то он по своей величине настолько ничтожен, что его можно игнорировать.

Показатель производительности труда может быть дан на человеко-час человеко-день и списочного рабочего или работника.

Динамика производительности труда по этим показателям может быть различная, так как не все факторы действуют на все показатели. Как правило, динамика месячной производительности труда или на списочного рабочего должна быть выше дневной и часовой. На месячную производительность труда, помимо факторов, влияющих на дневную и часовую производительность труда, действует еще фактор — увеличение продолжительности рабочего года.

Обыкновенно в плане, а, следовательно, и при учете, предусматриваются все три показателя, т. е. дается часовая, дневная и месячная производительность труда и ее динамика.

В соответствии с вышеизложенным, установим формы учета производительности труда для отдельных цехов парка, в целом по парку и по отдельным службам.

Для ночного осмотра вагонов можно рекомендовать следующую форму учета (см. табл. стр. 282).

В графе 3 ежедневно указывается количество осмотренных приведенных вагонов. Приведение производится по трудоемкости, в зависимости от системы вагонов, с учетом разницы в трудоемкости прицепных вагонов.

В графе 4 указывается отработанное количество человеко-часов рабочими по осмотру и уборке вагонов, которое получается путем умно-

№ № по порядку	Дата	Осмотрено вагонов (приведен. по трудоемкости)	Отработано чел.-час. всеми рабочими	Простой в часах	Отработано чел.-дней всеми рабочими	Списочное количество рабочих по осмотру	Осмотрено и убрано вагон. (приведенных)		
							На 1 отработанный чел.-час	На 1 отработанный чел.-день	На 1 списочного рабочего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

жения установленной продолжительности рабочего дня на фактическое количество рабочих минус зафиксированный простой у данных рабочих.

В графе 5 указывается отработанное количество человеко-дней, получаемое из табеля по фактической явке рабочих.

В графе 7 указывается количество рабочих, числящееся по списку, т. е. включая больных, исполняющих гособязанности, отпуска и т. д.

Графы 8, 9 и 10 получаются путем деления графы 3 соответственно на графы 4, 6 и 7.

За определенный учетный (месяц, квартал, год) производительность труда выводится по итогу. Графы 3, 4, 5 и 6 составляются в итоге суммирования получаемых данных. Списочное количество рабочих за определенный период получается как средне-арифметическое за этот период.

Графы 8, 9 и 10 получаются так же, как и при ежедневном исчислении.

Такая форма учета требует строгого ведения табеля и фиксации простоев. В противном случае нельзя будет дать показатель на отработанный человеко-час или между показателем на человеко-час и человеко-день будет лишь математическая зависимость, как результат отношения номинального количества рабочих часов ко дню. Проще сказать, при одном и том же режиме рабочего дня в базисном и отчетном периоде динамика часовой производительности труда и дневной будет одинакова.

Для текущего и профилактического ремонтов формы учета остаются те же, лишь в графе 3 указывается число выпущенных из ремонта приведенных вагонов.

В виду того, что в данном ремонте довольно часто применяются сверхурочные работы, необходимо установить точный учет их.

При выведении показателя на человеко-день, в особенности при исчислении динамики производительности труда, продолжительность рабочего дня следует учесть и для сравнимости двух периодов скорректировать ее.

По движению форма учета примет следующий вид (вагоновожатые):

Дата	Выполнено моторо-вагоно-километ.	Отработано чел.-час. всеми вожатыми	Простой в часах	Отработано чел.-дней всеми вагоно-вожатыми	Списочное количество вагоно-вожатых	Моторо-вагоно-километр		
						На 1 отработанный чел.-час	На 1 отработанный чел.-день	На 1 списочного вагоно-вожатого

Количество отработанных человеко-часов берется из рабочих листков.

Показатель на один отработанный человеко-час, человеко-день возможно будет давать, при условии фиксации простоев и соответствующей постановки учета рабочего времени вагоновожатых и кондукторов.

По всему парку в целом форма учета будет следующая:

№№	Дата	Выполнено вагоно-километров	Отработано чел./час. всеми рабочими т/п рка	Простой в часах	Отработано чел.-дней всеми рабочими	Списочное количество всех рабочих	Вагоно-километр		
							На 1 отработанный час	На 1 отработанный день	На 1 списочного рабочего

Заполнение этой формы производится на основании указаний к предыдущим формам.

Формы учета производительности труда по Энерго-службе и Службе пути аналогичны с вышеуказанными.

Динамика производительности труда по отдельным цехам, по службам может быть показана по следующей форме:

Базисный период			Отчетный период			Отчетный период в %		
Наименование показат.			Наименование показат.			Наименование показат.		
На 1 отработанный чел.-час	На 1 отработанный чел.-день	На 1 списочного рабочего	На 1 отработанный чел.-час	На 1 отработанный чел.-день	На 1 списочного рабочего	На 1 отработанный чел.-час	На 1 отработанный чел.-день	На 1 списочного рабочего

или

Показатели	Базисный период	Отчетный период	В %%
На 1 отработанный чел./час			
„ „ „ чел./день			
На 1 списочного рабочего . .			

В целом по парку показатель производительности труда можно получить, как указано было выше, двумя методами: методом аггрегатного идекса и арифметического индекса.

В первом случае форма учета остается та же, что и для цехов.

Во втором случае можно рекомендовать следующую форму:

Наименование цехов	Рост производит. труда в % %			В отчетном периоде отработано		
	часовой	дневной	месячной	чел./час.	чел./дней	списочн. рабоч.
Ночной осмотр						
Текущий ремонт						
и т. д.						
По т/парку						

Показатели динамики производительности труда по парку в целом по этому методу исчисляются в виде арифметического индекса из относительных величин. Элементами индекса являются показатели по цеховой динамике производительности труда, а весами—показатели фактически затраченного рабочего времени по каждому цеху в отчетном периоде.

Установлено аггрегатным методом рост производительности труда в отчетном периоде:

	час.	дневн.	месячн.
по ночному осмотру	10%	12%	13%
» дневному ремонту	7%	9%	10%
» движению	5%	5%	6%
и т. д.			

Соответственно отработано времени:

по ночному осмотру	12 100	2 200	100
по дневному ремонту	9 660	1 760	80
по движению	143 000	22 000	1 000
и т. д.			

Рост часовой производительности труда по парку равняется

$$\frac{10 \times 12\,100 + 7 \times 9\,680 + 5 \times 143\,000}{12\,100 + 9\,680 + 143\,000} = \frac{903\,760}{164\,780} = 5{,}48\%.$$

Рост дневной равняется

$$\frac{122\,200 + 9 \times 1\,760 + 5 \times 22\,000}{2\,200 + 1\,760 + 22\,000} = \frac{26\,400 + 15\,840 + 110\,000}{25\,960} = \frac{152\,240}{25\,960} = 5{,}86\%.$$

Рост месячной равняется

$$\frac{13 \times 100 + 10 \times 80 + 6 \times 1\,000}{1\,180} = \frac{8\,100}{1\,180} = 6{,}76\%.$$

По Тресту в целом, включая не только парки, но и все службы, учет динамики производительности труда следует вести также методом арифметического индекса из относительных величин. Но только здесь элементами индекса являются показатели динамики производительности

труда по отдельным паркам и службам, а весами — показатели затраченного рабочего времени по каждому парку и службе в отчетном периоде.

Например: аггрегатным методом установлен рост производительности труда в отчетном периоде:

	час.	дней	месячн.
	в процентах		
по трампарку A	5	6	7,5
» B	7	9	11
» C	6	7,5	10
» D.	7	8	9
и т. д.			
По Службе пути	9	10	11
По Энерго-службе	8	9,5	11
и т. д.			

Соответственно отработано времени:

По трампарку A	250 000	35 700	1 785
» B	300 000	43 000	2 150
» C	350 000	50 000	2 500
» D.	420 000	60 000	2 800
По службе пути	140 000	21 000	1 000
По Энерго-службе	100 000	15 000	700

Тогда рост часовой производительности труда по всей эксплоатации будет равен

$$\frac{5 \times 250\,000 + 7 \times 300\,000 + 6 \times 350\,000 + 7 \times 420\,000 + 8 \times 100\,000}{250\,000 + 300\,000 + 350\,000 + 420\,000 + 140\,000 + 100\,000} =$$

$$= \frac{10\,450\,000}{1\,560\,000} = 6{,}7\,\%.$$

Рост дневной равняется

$$\frac{6 \times 35\,700 + 9 \times 43\,000 + 7{,}5 \times 50\,000 + 8 \times 60\,000 + 10 \times 21\,000 + 9{,}5 \times 15\,000}{35\,700 + 43\,000 + 50\,000 + 60\,000 + 21\,900 + 15\,000} = \frac{1\,808\,700}{294\,700} = 8{,}05\,\%.$$

Рост месячный равняется

$$\frac{7{,}5 \times 1\,785 + 11 \times 2\,150 + 10 \times 2\,500 + 9 \times 2\,800 + 11 \times 1\,000 + 11 \times 700}{1\,785 + 2\,150 + 2\,500 + 2\,800 + 1\,000 + 700} = \frac{105\,937{,}5}{10\,935} = 9{,}69\,\%.$$

Динамика производительности труда по всему Тресту может быть выведена также и из абсолютных показателей отчетного и планового периода в вагоно-километрах. Причем процент роста производительности труда, выведенный первым способом (индексным), не будет совпадать с процентом роста, выведенным из абсолютных показателей (вагоно-километров на одного списочного рабочего), так как, помимо причин, указанных в главе 7, здесь еще может влиять, например, расширение работы мастерских Службы пути и Энерго-службы и другие.

Приведенные материалы из практики, их анализ и намеченные нами пути разрешения вопроса подтверждают трудность разработки вопросов планирования производительности труда в трамвайном хозяйстве. Поэтому мы не могли ставить и не ставили себе задачей в данной работе исчерпать все разнообразные вопросы планирования производительности труда во всех отдельных сложных производственных процессах трамвая и дать законченную методику планирования.

Работа является первой попыткой систематически изложить вопрос и наметить основные решения, которые могут быть применены на практике и должны быть ею корректированы и дополнены. В результате данной работы, применения ее на практике, подведения итогов практики и их анализа, можно будет приступить к разработке законченной методики — действенного руководства для составления плана производительности труда во всех звеньях трамвайного хозяйства.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Часть I. Трамвайное хозяйство.

Инж. Штерцер О. Н. Предисловие 5
Инж. Михалев Д. П. Опыт теоретического расчета оснований трамвайного пути городских линий 7
Инж. Глебов Н. Н. Волнообразный износ рельсов на трамвайных путях . . . 71
Инж. Вайшенкер А. И. Автоматические тяговые подстанции с ртутными выпрямителями 93
Инж. Кларк Ю. Ф. Транспорт Ленинграда в связи с расселением населения . . 124

Часть II. Планирование производительности труда в трамвайном хозяйстве

Проф. Щупак Я. Д. Предисловие 223
Берхман Е. И. Продукция трамвая 227
Берхман Е. И. Система показателей эксплоатационного плана трамвая и вопросы производительности труда 249
Медведский А. И. План производительности труда и методика его составления 257

Проверено 19 г.

Цена 12 руб.

ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ:
Ленинград, пр. Володарского, 22
Редиздатбюро ЛНИИКХ